coll. spl. m. 8 Taf. k.

IMPERIAL BUREAU
10 FEB 1928
OF MYCOLOGY

# DE BELANGRIJKSTE ZIEKTEN VAN KOOL IN NOORD-HOLLAND.

# DE BELANGRIJKSTE ZIEKTEN VAN KOOL IN NOORD-HOLLAND,

## DE „DRAAIHARTIGHEID", HET „VALLEN" EN DE „KANKER"

DOOR

H. M. QUANJER.

**Met zeven platen en een kaart.**

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen.
Derde Verzameling, Deel VI, Tweede Stuk.

HAARLEM,
DE ERVEN LOOSJES.
1906.

# INHOUD.


INLEIDING. BLZ.

I. De Koolbouw in Noord-Holland in 1905 ..... 1

Pathologisch belangrijke factoren: Uitgestrektheid, bodem, vruchtwisseling.

II. Anatomie van het normale gewas ..... 6

DE „DRAAIHARTIGHEID".

I. Symptomatiek ..... 14

II. Aetiologie ..... 17

III. Pathologische anatomie ..... 19

Verwonding. — Opzwelling. — Analoge gevallen.

IV. Waarnemingen te veld ..... 23

Verspreiding. — Herkomst. — Invloed bodem- en weersgesteldheid. — Vatbaarheid der soorten. — Herstellingsvermogen. — Tijd van optreden. — Periodiciteit in het optreden. — Invloed van beschutting.

V. Bestrijding ..... 29

HET „VALLEN" EN DE „KANKER".

I. Gegevens uit de literatuur over het „Vallen" en den „Kanker" ..... 31

II. Symptomatiek van het „Vallen" en van den „Kanker" ..... 33

Onderscheiding van andere ziekten. — Inleiding door vreterij. — Het „Vallen", een complex geval. — Kanker bij wondplekjes; bij *Anthomyia*beschadiging; bij *Baris*beschadiging. — Kanker in de schuren. — Kanker in zaadkool.

III. Waarnemingen te veld ..... 40

Herkomst en verspreiding. — Tijd van optreden. — Invloed banen. — Nieuw en oud zaad. — Bemesting: slik, koolafval. — Anthomyia en Baris. — Aardvlooien. — Vatbare rassen. — Besmetting door zaad — Kankerstronken.

IV. De insecten ..... 48

De koolvlieg. — De boorsnuitkever. — De mineervlieg der bladnerven. — Aardvlooien.

BLZ.

V. PHOMA OLERACEA ..... 54

Geen andere organismen in kankerplekken? — Morphologie. — Reinculturen. — Infectie van „rijpe" kool. — Infectieproeven met kiemplanten; met „baanrijpe" planten; zonder wond; met wond. — Herhalingsproef. — Transport: actief of passief? door grond, atmosfeer, insecten, kool of zaad? — Verspreidingsgebied. — Pathogeen voor andere gewassen?

VI. PATHOLOGISCHE ANATOMIE ..... 64

Oppervlakkige verwondingen; mergstandige boorgangen; wonden in radiale, in dwarse richting; wonden van *Anthomyia*. — Adventiefwortels. — Infectiehyphen in huidmondjes, in wonden. — Gummose degeneratie. — Analoog geval.

VII. BESTRIJDING ..... 76

LITERATUUR ..... 79

VERKLARING DER FIGUREN ..... 82

# INLEIDING.

## I. De Koolbouw in Noord-Holland in 1905.

### Pathologisch belangrijke factoren: Uitgestrektheid, bodem, vruchtwisseling.

Bijzonderheden over de teelt van kool vindt men in het leerboek van Claassen en Hazeloop (1), en, wat de cultuur aan den Langendijk betreft, ook in de artikelen van Iwan in het Nederlandsch Landbouwweekblad (2). Zonder in herhaling van het daar behandelde te treden, moet ik hier in 't kort aangeven, hoe de koolteelt verdeeld is over Noord-Holland. Over de twee hier behandelde ziekten wordt vooral geklaagd in deze provincie. De oppervlakten met kool bezet zijn er zeer uitgestrekt, en meerdere jaren achtereen wordt hetzelfde land voor kool gebruikt. Dit onderzoek bevestigt de voor de hand liggende meening, dat het uitblijven van voldoende vruchtwisseling de ziekten bevordert.

Broek op Langendijk is wel het middelpunt van dit bedrijf, en, te oordeelen naar wat H. Blink (3) er van zegt, ook zeer lang als zoodanig bekend. De warmoezerij had er in de 16de eeuw reeds een hooge vlucht genomen. De verbouw van kool was er in het begin van de 19de eeuw al belangrijk, maar breidde zich vooral na de veepesten (1813, 1814 en 1826) sterk uit.

Ook Oostelijk West-Friesland heeft zijn koolbouw. Hier is Grootebroek het middelpunt; reeds in het begin van de 15de eeuw werd dit bedrijf er beoefend. In de andere polders die hier ter sprake komen, is de koolbouw van veel later oorsprong.

De Langendijker boeren hebben 't eerst over ziekte in kool geklaagd, en een phytopathologisch onderzoek uitgelokt. Vandaar dat het Langendijker

gebied het best bestudeerd is geworden. Het strekt zich in hoofdzaak uit over den polder Geestmerambacht; bovendien over de kleinere, ten Noorden daarvan gelegen polders tot Schagen, en over den ten Zuiden ervan gelegen polder Oudorp tot Alkmaar. (Zie Pl. VIII).

In de meer Noordelijke gemeenten: St. Maarten, Dirkshorn, Warmenhuizen, Oudkarspel en ten Westen van Noord- en Zuidscharwoude, waar de grond uit zware klei bestaat, is de late, z.g. Utrechtsche roode kool, die geschikt is om in bewaarplaatsen te overwinteren, het hoofdproduct. Als bijproducten spelen de andere koolsoorten een belangrijke rol.

In den polder Valkoog, bij St. Maarten verbouwt men ook witte, Deensche witte en gele kool. Men zet daar twee of drie jaar achtereen op dezelfde akkers kool, en dan één jaar andere gewassen: haver, uien, aardappelen, erwten of voederbieten. Zoo doet men ook in den Witsmeerpolder, in den Schagerwaard bij Dirkshorn, en in den Slootgaards-, Waarlands-, Speketers- en Woudmeerpolder.

Bij Warmenhuizen wordt ook vroege roode kool als bijproduct verbouwd. Ongeveer driekwart van alle kool is daar late roode, en de rest witte, gele en vroege roode. In Oudkarspel zijn late roode en Deensche witte kool hoofdproduct, terwijl gele kool en bloemkool als bij- en nagewas moeten worden beschouwd. De vruchtwisseling is er zeer gering; zij levert slechts erwten en aardappelen voor eigen gebruik, en uien. Boeren van 4 tot 6 hectare, zooals er daar vele zijn, hebben voor uien niet meer dan $^1/_4$ tot 1 H.A. in gebruik.

Zoo is dus late roode bewaarkool *de* soort van deze zware kleigronden.

Met den grond verandert ook de cultuur. Trekt men een lijn, van Koedijk langs de Garsdelsloot, vandaar een eindweegs langs de Zomersloot en dan in N.O. richting naar de Jurjenssloot, tusschen deze en de Jongerlingsloot door naar den Winterweg, langs den Winterweg tot de Kalverdijksloot en langs deze tot de Burggracht, dan heeft men ten naastenbij het grensgebied van deze soort naar het zuiden afgebakend.

Ten Noorden van deze grenslijn bestaat de bodem uit zware klei; naar het Oosten, bij de dorpen van den Langendijk, wordt de grond lichter. In de buurt van de huizen heeft men akkers met lichten zavelgrond, die zeer geschikt zijn voor zaaibedden. Ook in het Westen, bij het Noord-Hollandsch kanaal, in Schoorldam en Koedijk, heeft men een overgang tot de zandgronden en daarmee neemt de cultuur den vorm aan, dien zij in St. Pancras heeft, waarover aanstonds meer.

Broek op Langendijk is bekend om zijn bloemkool. De teelt van die

soort, de z.g. Langendijker, is reeds in Noord- en Zuid-Scharwoude, ten Oosten en Zuiden van de zooeven getrokken grenslijn, belangrijker dan die van Utrechtsche roode. Meestal verbouwt men daar drie jaar kool, en hiervan twee jaar bloemkool, op dezelfde akkers; het vierde jaar uien [1]), soms ook wortelen of aardappelen, met een nateelt van bloemkool of reuzenbloemkool. Een boer, die 120 snees (240 are) bebouwt, heeft daarvan ongeveer 20 voor uien in gebruik. Bijproducten zijn hier verder: witte zomer- en herfstkool, late gele kool (ook taai genoemd, d. w. z. winterhard) en bloemkool. De late gele wordt tusschen de vroege bloemkoolplanten in gezet, zoodat zij het geheele veld in den nazomer tot haar beschikking krijgt. Tot in, en zelfs na den winter, in Maart of April, kan deze soort geoogst worden. Reuzenbloemkool snijdt men tegelijk met de late roode, en bij laat invallende vorst tot in Januari.

In Broek op Langendijk vooral, is bloemkool hoofdproduct. Zij wordt gezaaid in 't eind van Januari of begin Februari in koude bakken, en wat later, in Februari en Maart, op beschutte plekken in den vollen grond. De vroege soort wordt half April verplant en is ongeveer twaalf weken later, dus in Juli klaar. Van de zaaisels op den vollen grond worden van begin Juni tot Augustus uitplantingen gedaan, die in ongeveer negen weken klaar zijn. Dezelfde sluitkoolsoorten als in Noord- en Zuid-Scharwoude zijn ook hier bijproduct.

In de Zuidelijkste gemeenten van den Geestmerambacht, in Koedijk en St. Pancras, en ook in het westelijk gelegen Schoorldam, waar de grond veel lichter is, is de cultuur van vroege koolsoorten hoofdbedrijf.

In Schoorldam ziet men vooral roode kool, die daar reeds in September gezaaid, en voor den winter in koude bakken overgebracht wordt. Bijprodukten zijn roode en witte zomer- en herfstkool, en verder naar 't Oosten ook roode winterkool, die in den regel verkocht wordt naar Noord- en Zuid-Scharwoude, waar zij in de schuren overwintert. Drie of vier jaar achtereen teelt men kool op dezelfde terreinen, dan een jaar uien, haver, erwten, aardappels, boonen of tarwe.

Koedijk is een dorp, dat zich over een lengte van plus minus drie K.M. langs het Noord-Hollandsch Kanaal uitstrekt. In het zuidelijk deel bestaat de grond uit zand. De Daalmeerpolder heeft weer een kleibodem; de grens tusschen zand en klei loopt langs de West-, Zuid- en Oostkant van dien

[1]) Men kan daar wegens de *Tylenchus*-ziekte niet meer dan eens in de vier jaar uien op hetzelfde terrein zetten.

polder, buigt dan naar het Oosten en loopt tusschen St. Pancras en Broek op Langendijk door. Voor ruim 20 jaar twijfelde men er sterk aan of deze lichte gronden voor de koolcultuur geschikt zouden zijn. Sedert is gebleken, dat door het graven van sloten en het bemesten met slib en kunstmest, zelfs de zand-, maar vooral de lichte zavelgronden ervoor geschikt gemaakt kunnen worden. De landprijzen zijn in die jaren van ± *f* 1000.— per hectare, gestegen tot *f* 3000.—. Nog later, omstreeks 1890, heeft zich de koolbouw ook over den Huiswaarder-, den Vroonermeer- en den Oudorper polder verbreid. Elk jaar worden daar stukken grasland omgeploegd. De Daalmeerpolder is ook nog maar eenige jaren geleden van grasland tot bouwland omgewerkt.

In het Noordelijk deel van St. Pancras is men wegens het sterk optreden van draaihartigheid tegenwoordig reeds flink aan het toepassen van wisselbouw. Om het andere of om de twee jaar teelt men in plaats van kool: aardappelen, wortelen, uien, of bieten. Door deze ziekte is de teelt van latere bloemkoolsoorten onmogelijk geworden. Dit is de reden, dat men hier, en ook in het Zuidelijk deel van Broek en in Koedijk, slechts de vroegste soort van bloemkool kweekt, n.l. die, welke in Januari wordt gezaaid en in April verplant. Deze soort blijft vrij van draaihartigheid. Men is er in geslaagd, wij zagen het reeds in Schoorldam, ook van de verschillende soorten van sluitkool, vooral van roode, zeer vroege rassen aan te kweeken, die voor den winter gezaaid, en reeds in Maart op 't veld gebracht worden. Sluitkool leent zich voor vervroeging minder goed dan bloemkool, en deze planten zijn dikwijls slechts eenige dagen vroeger klaar, dan die, welke in Februari in bakken worden gezaaid. Deze laatste wijze van zaaien wordt dan ook het meest toegepast; men bereikt er zijn doel mee, n.l. schade door draaihartigheid te voorkomen. De latere soorten roode, witte en gele, hebben veel van die ziekte te lijden. Gele kool stelt hooge eischen aan den grond, en kan daarom minder goed te St. Pancras geteeld worden. Voor nateelt gebruikt men derhalve meestal witte kool. Wel wordt in den Vroonermeer, waar het land vochtiger is, veel gele kool verbouwd. Verder naar het Zuiden worden alle sluitkoolsoorten van verschillende oogsttijden gekweekt. De draaihartigheid was er in 1905 nog niet doorgedrongen. Nieuw land draagt daar dikwijls 7 of 8 jaar achtereen kool, voordat men met uien afwisselt. Tenminste, als het niet met knolvoet behebd is [1]).

[1]) Door sterk mesten met slib wordt de knolvoet in eenige jaren overwonnen. Vele landbouwers beweren, dat ook door het zetten van uien *Plasmodiophora* verdwijnt.

Resumeerende, kunnen wij zeggen, dat de Geestmerambacht omvat:

1ste: het late-roode-kool-gebied, het grootste in omvang, en zich uitstrekkende over het Noorden en het centrum. Oudkarspel leert u het type kennen;

2de: een kleiner gebied, in hoofdzaak omvattend Broek op Langendijk, en zich voortzettend over de Scharwouden, ten Westen van den Winterweg; dit is het Langendijker of vroege-bloemkool-gebied;

3de: St. Pancras en Koedijk, met een voortzetting langs het Noord-Hollandsch Kanaal tot Schoorldam, het vroege-roode-kool-gebied.

Grootebroek is het middelpunt voor het koolbouwend West-Friesland. Voornamelijk de cultuur van bloemkool, en in de laatste jaren ook die van sluit- en reuzenbloemkool, heeft er een belangrijke vlucht genomen. De vroegste soorten zaait men in Februari in koude bakken, en in het begin van Maart op den vollen grond; de latere worden, als aan den Langendijk, voor nateelt gebruikt op akkers, die reeds een oogst hebben opgeleverd. Vooral tusschen en na aardappels plant men deze soorten.

In de volgende polders is de koolteelt van veel recenteren datum. In den Heer Hugowaard wordt het hoofdproduct gevormd door roode en gele kool, die, als in St. Pancras, voor den winter in Augustus of September, en na den winter in Februari wordt gezaaid; witte kool en Deensche witte is hier bijproduct. Sommige bouwers telen jaar in, jaar uit, kool op dezelfde akkers. Anderen wisselen om de 3 of 4 jäar met granen, aardappelen, suiker- en voederbieten.

In den Wieringerwaard en in den Anna Paulownapolder is de cultuur ongeveer gelijk aan die te Oudkarspel. Om de 3 of 4 jaar wordt de kool door haver of tarwe afgewisseld.

Hoeveel hectaren in elk der genoemde gemeenten voor een koolsoort als hoofd- en nagewas worden gebruikt, vindt men in de Landbouwverslagen. (4)

Bijzonderheden over de bemesting met „slik" worden in het derde hoofdstuk van „het vallen en den kanker" gegeven.

# II. Anatomie van het normale gewas.

Er zijn verschillende motieven, die de opname van een beschrijving van den anatomischen bouw van bloem- en sluitkool rechtvaardigen.

Bij het bestudeeren van afwijkingen in zieke planten moesten steeds vergelijkingen gemaakt worden met gezonde. Vorming van bruine gom en van wondweefsel vindt men ook in gezonde planten. Zij zijn het gevolg van verwondingen, bij het verplanten teweeggebracht. In de zieke planten treden dezelfde verschijnselen in veel sterkere mate op. Men heeft hier soms te doen met geleidelijke overgangen, en zonder nauwkeurige studie van een groot aantal gezonde en zieke planten zou men zich een verkeerde voorstelling vormen van geringe pathologische afwijkingen in de structuur.

De verschillende koolsoorten hebben een verschillende vatbaarheid voor de kankerziekte. Er zijn bij andere ziekten gevallen bekend, waarin men duidelijk heeft kunnen constateeren, dat zulk een verschil in vatbaarheid berust op structuurverschillen, somtijds gelegen in den epidermis (5), somtijds in de bladdikte (67). Zoo iets vermoedde ik hier ook, omdat de boeren zeggen, dat vooral koolplanten met hard hout worden aangetast door kanker. Om dit na te gaan moest ik de anatomische bijzonderheden van normale planten kennen. Een onderzoek in die richting leerde mij echter niets omtrent zulk een dispositie, die men met Von Tubeuf een uitwendige zou kunnen noemen. Het is de vorming van wondhout in zieke planten, die bovenvermelde ervaring van practici verklaart. Voorts kan met het bloote oog, veel beter dan met het gewapende, gezien worden waarom gele of savoye kool voor ziekten in 't algemeen minder vatbaar is. Het veel sterker dan bij andere soorten ontwikkeld wortelstelsel, de meerdere groeikracht, geven de verklaring van dit verschijnsel, een verklaring geheel in overeenstemming met andere resultaten van dit onderzoek, waarop ik nader terugkom, maar die ik voorloopig met de woorden van de Bary aldus zou kunnen samenvatten: „Die Pilzentwickelung erfolgt hier um so leichter, je mehr die Lebensenergie der zu befalle-

nen Theile sich ihren unteren Grenze nähert, und hiermit die Bedingungen saprophytischer Vegetation eintreten". (6)

Voor ons doel noemenswaardige, constante verschillen in anatomischen bouw tusschen de verschillende soorten van kool zijn er niet, en ook voor bloemkool geldt de volgende beschrijving, die alleen betrekking heeft op de ontwikkelingsstadiën, die aan de vorming van bloemstengels voorafgaan.

De kiemplant, die pas begonnen is haar eerste loofbladeren te ontvouwen, neem ik als uitgangspunt (fig. 1, Pl. I.; deze plant, behoorend tot een dicht zaaisel, heeft een langer hypocotyl dan in 't algemeen gewenscht is.) Zij is het type van een dicotyle kiemplant met diarchen wortel. Het vaatbundelverloop is beschreven door Lund en Kjaerskou (7). De eerste epicotyle bladeren zijn tegenoverstaand; eerst later wordt de bladstand schroefvormig.

Op dwarsdoorsneden door het epicotyl vinden wij zes vaatbundels, in twee groepen, die beide komen uit een epicotyl blad. Deze vereenigen zich, op de wijze, zooals dat algemeen bij de dicotylen het geval is, met de vier bundels van het hypocotyle lid. Laatstgenoemde vier bundels smelten twee aan twee samen, zoodat in het ondereind van het hypocotyle lid twee vaatbundels voorkomen, correspondeerend met de twee zaadlobben. Op gelijke hoogte heeft de afscheiding en draaiing van het xyleem en phloeem van de collaterale bundels plaats, gevolgd door samensmelting van het xyleem, waarbij de diarche wortelstructuur ontstaat. Deze kan men het best waarnemen, als men eene doorsnede maakt door den wortelhals, op welke plaats bodemdeeltjes aan de oppervlakte vasthechten en de aanwezigheid van wortelharen verraden. Verwijdert men die deeltjes, wat niet zonder beschadiging der wortelharen kan plaats hebben, dan ziet men den stengel zich plotseling vernauwen; de epidermis van het hypocotyl eindigt hier en de pseudo-epidermis van den wortel begint. Hier is de groene kleur van het hypocotyl reeds verdwenen, en ook het roode celsap van de buitenste subepidermale lagen der roode koolplantjes, terwijl in het binnendeel van de primaire schors intercellulairen optreden. Het xyleem is op doorsneden (fig. 2) in spoelvorm in het centrum gelegen en het merg is verdwenen (later bij dikke stronken kan men altijd nog de plaats van den wortelhals aan het eindigen van het merg terugvinden). Aan weerszijden, als twee sikkelvormige figuren, zien wij een weefsel, dat de parenchymlaag en het cambium levert, en daar buiten de zeefvatstrengen. De pericykelcellen ronden het geheel af en de endodermis omgeeft het. De endodermis, die zich in het epicotyl als zetmeelscheede kenbaar maakt, verliest in het hypocotyl dit karakter. De cellen er van zijn baksteenvormig met de grootste afmeting in verticale, de

kleinste in radicale richting. Hun tangentiale diameter is even lang als die der binnenste, wijdste vaten van het xyleem, te weten ongeveer 20 mikron. De celring, die de endodermis omsluit en waarvan de elementen lineair twee maal zoo groot zijn, vertoont iets bijzonders. Zijn radicale en transversale wanden hebben een lijstvormige membraanverdikking, die zich voortzet als vertakkingen in radiale richting. De takken loopen niet door op de buitenste tangentiale wanden, maar wel op de binnenste, om daar een sierlijk netwerk te vormen. In 1878 werd deze inrichting door WORONIN, zoover ik weet het eerst, beschreven (8). Vóór zijne ontdekking was dit apparaat alleen in de wortels van eenige *Coniferae* bekend en wel bij de *Taxineae* en *Cupressineae*, niet bij de *Abietineae*. (VAN TIEGHEM (9), STRASBURGER (10), KLEIN (11)).

Eene goede afbeelding van de bedoelde cellen vindt men o. a. bij VAN TIEGHEM (12). Deze heeft haar voorkomen bij de *Cruciferae* nader onderzocht, en noemt de scheede „réseau de soutien" of „réseau sus-endodermique". Zij komt bij verschillende *Cruciferae* nog in verschillende vormen en op verschillende tijden in de ontwikkeling voor, maar ik kan hierop niet nader ingaan.

De huidmondjes zijn van het algemeen bij de *Crucifeeren* voorkomend type: het sluitcellenpaar wordt door drie nevencellen omgeven, van welke er één kleiner dan de twee andere is. Wasafscheiding, die op de bladeren van *Brassica oleracea* belangrijk is, heeft op den stengel slechts in geringe mate plaats. Nog moet ik de aandacht vestigen op de myrosinecellen, die aan de meeste *Cruciferae* eigen zijn. (HEINRICHER (13), GUIGNARD (14), SPATZIER (15)). Zij komen bij *Brassica oleracea* in de primaire schors, en zeer weinig in het merg voor. Zij onderscheiden zich op dwarse doorsneden, door de afwezigheid van chlorophyl en zetmeel, door hun waterachtigen inhoud, maar niet door hun vorm, zoodat men MILLON's reagens te baat moet nemen, om ze met zekerheid op te sporen. Het glucosied bevindt zich in alle parenchymatische cellen van wortel en stengel, met uitzondering van die, waarin de myrosine bevat is.

Wat betreft de zijwortels, deze nemen hun oorsprong, zooals dat algemeen het geval is, in de twee celgroepen van den pericykel, vóór de xyleemstralen gelegen, zoodat zij met den hoofdwortel, van latere verschuivingen afgezien, in één vlak liggen. De vaatbundels der zijwortels sluiten naar onder en boven aan die van den moederwortel aan, eene wijze van verbinding, die bij de *Angiospermae* regel is. De weefselstreng, die het cambium levert, staat met het cambium van den moederwortel in verbinding.

Een groot aantal wortels heeft in ons plantje, dat in fig. 1 is afgebeeld, reeds zijn weg door de schors van den moederwortel naar buiten gevonden.

Al spoedig begint de werkzaamheid van het cambium. De plant heeft dan meerdere loofblaadjes, en wij zien op doorsneden van het epicotyl een ring van vaatbundels, elk door een bastweefselstreng gerugsteund. Het merg is door parenchymatische mergstralen met de schors verbonden. Op dwarsdoorsneden (fig. 3) herkennen wij deze niet, daar zij zich niet van het inmiddels gevormd houtprosenchym onderscheiden, maar een tangentiaalsnede licht ons in over den parenchymatischen aard der mergverbindingen. In den houtring liggen de 20 tot 60 mikron wijde houtvaten verspreid. Deze zijn, als bij alle *Crucifeeren*, voorzien van eenvoudig geperforeerde tusschenschotten. Zij behooren, behalve de meer naar binnen gelegen spiraalvaten, tot het ladder- en netvattype. De houtprosenchymcellen hebben gewone stippels (16). Het merg van den stengel bestaat uit wijde, afgeronde, onverhoute cellen, met intercellulairen er tusschen. Ondanks de dunheid der wanden, hebben deze eigenaardige zeefplaatachtige stippelgroepen (fig. 4, Pl. I). Chloorzinkjodium is noodig om ze zichtbaar te maken. Volgens Cornu (17) heeft levend plasma de eigenschap door zulke stippels heen te kunnen trekken, en Woronin maakt van de opinie van Cornu gebruik, om te verklaren het doordringen van *Plasmodiophora Brassicae* van de eene cel in de andere, zonder dat daar wandresorptie bij plaats heeft. In de peripherie verliest het merg de intercellulairen, de cellen zijn hier verhout en eenvoudig gestippeld; zij vormen overgangen tot het houtprosenchym. In het hypocotyl zijn groepsgewijze ook de binnenste mergcellen verhout. Van deze is de wand meer of minder regelmatig, netvormig verdikt. Men vindt ze afgebeeld in fig. 5, Pl. I. In de litteratuur heb ik geen mededeelingen over de aanwezigheid van dergelijke cellen in het merg van *Crucifeeren* gevonden.

Een dwarse doorsnede door het benedenste gedeelte van het hypocotyl van een plant van 10 weken is in fig. 3, Pl. I in haar geheel afgebeeld. Men ziet, dat het merg hier reeds verdwenen is. Het laatst gevormde secundaire xyleem is nog niet verhout. De vezelbundels, die in het epicotyl de buitenzijde der vaatbundels uitmaakten, eindigen in het ondereind van het hypocotyl. Binnen de vezels vormt lang en duncellig collenchym een overgang tot het phloeemparenchym. Dit collenchym kan ook reeds houtstofreactie vertoonen, maar eerst wanneer eene zeer scherpe afscheiding tusschen de middenlamel en de rest van den wand op dwarsdoorsneden te zien is, kunnen wij van sklerenchym spreken. De zes vezelbundels, die zich tot in de doorsnede van genoemde fig. 3 voortzetten, eindigen naar beneden spoedig; zij

zetten zich niet tot in den wortel voort. Later worden in het secundair phloeem ook vezels gevormd. Deze secundaire vezels zijn minder lang en toegespitst dan de primaire. Zij zijn maar weinig langer dan de cambiumcellen, waaruit zij zijn ontstaan, maar breeder en meer gestippeld dan de primaire.

Het overige gedeelte van de primaire schors bestaat, voor zoover het boven den wortelhals ligt, uit wijde, tangentiaal gestrekte cellen, met intercellulairen er tusschen, en zich af en toe deelend door radicale wanden om de verdikking bij te houden. Deze cellen zijn, evenals die van het merg, fraai gestippeld (fig. 6, Pl. II). De richting der grootste afmeting dezer stippels ligt radiaal of transversaal. Bij den diktegroei worden de primaire sklerenchymbundels uiteen gerukt, en van het nieuw daartusschen gevormd schorsparenchym verdikken zich vele cellen tot steencellen. Ook buiten den vezelring vormen zich sclereïden. Op eenigen afstand onder den epidermis zijn de intercellulairen verdwenen. Het hypoderm en de epidermis zijn collenchymatisch.

In den wortel, waarvan een doorsnede in fig. 7, Pl. II is geteekend, is uit de weefselstreng tusschen xyleem en phloëem voortgekomen een parenchym, dat de centrale vaten omsluit, en een cambium, dat het protophloëem op zij schuift door vorming van op doorsnede wigvormige, secundaire bundels.

Voor de twee protoxyleemstralen worden wijde, interfasciculaire mergstralen aangelegd, die parenchymatisch en onverhout blijven. De secundaire mergstralen, die in den eersten tijd, als de structuur van den wortel nog niet door latere verschuivingen onherkenbaar is geworden, zijn aangelegd, verschillen niet van die van het hout.

Primair sclerenchym was, zooals wij zagen, bij het begin van den diktegroei, alleen in den stengel aanwezig. Secundair vormt zich sclerenchym in den wortel, zoowel als in den stengel. De nieuw ontstane vezels zijn kort, slechts door de toegespitste einden wat langer dan de cambiumcellen, waaruit zij voortkomen. Wat evenwel algemeen en reeds tijdens het begin van den diktegroei verschijnt, dat zijn de sclereïden, die tusschen de nieuw gevormde schorscellen optreden, zooals wij dat ook in den stengel zagen. Hier dient nog opgemerkt, dat door het cambium naar buiten regelmatig myrosinecellen worden geproduceerd, zoodat ten slotte in de secundaire schors deze cellen het talrijkst zijn. Nadere beschrijving en afbeelding van de elementen der secundaire weefsels vindt men bij Lund en Kjaerskou (7), Borzi (18) e. a.; ik behoef hier niet verder op in te gaan. Tegelijk met de cambiale diktegroei zet ook peridermvorming in, en wel dicht onder den epidermis.

Aan wortels van eenige maanden oud, ziet men de zijwortels in loodrechte rijen geplaatst. Dit is ook nog het geval bij planten in den leeftijd, dat zij van de zaaibedden worden „geplukt" om op de velden te worden uitgeplant. De dikte van het stammetje bedraagt dan hoogstens 7 mM. Het „plukken" geschiedt op vrij ruwe wijze, zoo ook het planten. De plant, die zich op haar nieuwe standplaats spoedig herstelt, behoudt, tengevolge van de bij het uitpoten aangebrachte kleine verwondingen en verbuigingen, slechts uiterst zelden een regelmatigen wortel. Fig. 8 is geteekend naar een exemplaar, dat nog vrij duidelijk zijn hoofdwortel had behouden. Meestal is dit echter niet het geval en krijgen de krachtiger ontwikkelde bijwortels op den hoofdwortel een voorsprong. In deze verst ontwikkelde wortels zijn bij den verderen diktegroei ook door het fasciculair cambium mergstralen van onverhout parenchym gevormd, aan den rand van welke nieuwe zijwortels optreden.

Tangentiale doorsneden laten ons een onregelmatige afwisseling van niet en wel verhoute, secundaire mergstralen zien, zeer verschillend lang, en van vier tot acht cellen breed, zoo er geen nieuwe wortels in zijn aangelegd; zoo dit laatste wel het geval is, natuurlijk veel breeder.

De structuur van deze nieuwe wortels is niet zoo regelmatig als die van den hoofdwortel. Dikwijls zijn er meer stralen in aanwezig. Fig. 9, Pl. II geeft dit te zien. Hoofdzaak is, dat er zeer veel onverhout parenchym in deze „knoesten" voorkomt, waar insectenlarven zich gemakkelijk een weg door weten te banen.

Wanneer wij het bovenaardsch gedeelte van den koolstronk in zijn ontwikkeling volgen, zien wij, dat de zaadlobben reeds bij het begin van den secundairen diktegroei afvallen. De nieuw zich ontplooiende bladeren gaan van den bladstand $^1/_2$, door $^2/_5$, tot $^5/_{13}$ over. In de koolkrop is de bladstand $^5/_{13}$. De onderste loofbladeren vallen insgelijks af, en ten slotte blijven er onder de krop slechts eenige bladeren van groote afmetingen over. Hun uitwendig voorkomen is onderling meer verschillend, dan hun anatomischen bouw. Op de uitwendige karakteristiek kan ik niet nader ingaan; men bedenke, dat Lund en Kjaerskou (19), van wie de laatste en meest diepgaande onderzoekingen op dit gebied zijn, 122 cultuursoorten van *Brassica oleracea* aannemen. Een, vergelijkende studie van anatomische bijzonderheden van de soorten, met welke ik te maken had, heeft mij, zooals reeds gezegd, niet gebaat tot verklaring van verschil in vatbaarheid voor kanker.

Voor ons is nog de structuur van de dikkere nerven en de hoofdnerf van belang. De zijnerven van de eerste orde hebben één op doorsnede niervormigen, collateralen vaatbundel. Het phloëem omgeeft hoefijzervormig de

naar de bovenzijde van het blad convergeerende houtvaatgroepen, en een krachtig ontwikkeld collenchym sluit den vaatbundel af van het periphere gedeelte der nerven, dat grootcellig is en voorzien van intercellulairen. Naar den omtrek nemen deze cellen toe in lengte, hun doorsnede wordt geringer, de intercellulairen verdwijnen en men heeft een collenchymatischen subepidermis en epidermis, de laatste door dunne cuticula met waslaag bedekt. Naar mate men de hoofdnerf naar beneden volgt, neemt het aantal vaatbundels toe. Aan de afvallende bladeren, onder de krop, komt een duidelijke bladsteel voor. Bij de onder de krop nog vastzittende bladeren, loopt de bladschijf met liervormige slippen in den bladsteel af, en bij de kropbladeren is de steel geheel verdwenen. De bladsteel, of anders de voet van de hoofdnerf is flink ontwikkeld; een breedte van 3 tot 4 cM. bij eene dikte van 1 cM. is geen zeldzaamheid. De vaatbundels, die er door loopen, zijn geïsoleerd en randstandig. Eenige kleinere, mergstandige bundels anastomoseeren met de dikke, samengestelde, die met hen in een radiaal vlak liggen. Fig. 10, Pl. II geeft een doorsnede door den bladsteel weer. De grootere bundels zijn samengesteld en bestaan uit meerdere, in een kring gerangschikte stralen. Zij loopen op de gewone wijze in den vaatring van den stam af, de elementen van den steel in verbinding tredende met de overeenkomstige van den stam. Zulke samengestelde bundels zijn door Plitt (20) en Petit (21) bij vele vleezige soorten der *Crucifeeren* gevonden. Het afvallen der onderste bladeren wordt, zooals dat algemeen bij dit proces het geval is (von Mohl (22)), voorafgegaan door den aanleg van een parenchymatische weefsellaag, waarvan de cellen zich door verslijming van de middenlamel scheiden. De bladbundels worden gesloten door een kurklaagje, dat uit de genoemde parenchymatische cellaag voortkomt, de houtvaten vullen zich met gom en de zeefvaten worden toegedrukt en cutiniseeren. Later vormen zich op de onderste bladbundels weefselknobbels uit secundair meristeem, dat zich aan het phloëem der in den stam getreden bundels aanlegt. Hierop kom ik nader terug bij de bespreking van adventiefwortels in het hoofdstuk over de pathologische anatomie van „het vallen".

Ná het verplanten en vóór de kropvorming heeft onder de lenticellen van den stam weefselwoekering plaats. Hierdoor ontstaan de fijne overlangsche barstjes van fig. 8, Pl. II, welke barstjes nabij de oppervlakte van den grond zoo talrijk zijn, dat men aan kurkvorming zou denken. Evenwel heeft een eigenlijke peridermvorming in den stengel, zooals die bij de *Cruciferae* in de binnenste cellagen van de primaire schors optreedt (Solereder (16)), niet plaats bij kool in de periode van zijn „bloem"- en kropvorming, of daarvoor.

Wat betreft de krop van sluitkool, zooals die in den handel komt, zoo dragen kooltjes van gemiddelde grootte, bij witte kool b.v. 22 cM., bij roode 16 cM. in middellijn, de eerste gemiddeld 90 à 100, de tweede gemiddeld 70 à 80 bladeren, die elkaar omsluiten, de nog niet gedifferentieerde primordiaal-bladeren niet meegeteld. Bij het afbreken van die bladeren blijft een lichaam over, dat er uitziet als een cylinder met ogiefvormigen kop. Op dwarse doorsneden van deze kern, ziet men, dat de secundaire houtcylinder zich naar den top toe in afzonderlijke bundels splitst. De anatomische bouw van de krop hoeft hier niet nader ontwikkeld te worden, en de „bloem" van bloemkool blijft eveneens, als van geen belang voor de hier ter sprake komende ziekten, buiten beschouwing.

# DE „DRAAIHARTIGHEID".

## I. Symptomatiek.

Het is vooral het verschijnsel, dat de Noord-Hollandsche koolboer met bovenstaanden naam aanduidt, dat op de velden in 't Zuiden van den Geestmerambacht en te Grootebroek telken jare meer van zich doet spreken. In de litteratuur vinden wij de „draaihartigheid" het eerst vermeld in een korte beschrijving van Ritzema Bos (23) in zijn verslag over 1902, alwaar hij haar opnam onder de ziekten, van welke de oorzaak nog onbekend was gebleven.

Wanneer de jonge koolplanten in hun ontwikkeling zoover gevorderd zijn, dat zij naar het veld kunnen worden overgebracht, hebben zij de ziekte dikwijls reeds onder de leden. Zij doet zich voor als afwijkende groei van het jonge hart. De oksels der zeer jonge blaadjes zijn gewond en de bladstelen opgezwollen (fig. 11). Neemt men de buitenste, onbeschadigde bladeren weg, dan ziet men, dat de blaadjes van het hart geheel of gedeeltelijk zwart zijn gekleurd en in rotting overgaan. De iets grootere blaadjes met opgezwollen voet ontplooien hun bladschijf veel te vroeg, en daar zij een onvolledigen lengtegroei hebben doorgemaakt, steekt de gekronkelde bladschijf tusschen de opgezwollen stelen der meer naar buiten staande blaadjes uit. Bij wat oudere planten, die reeds met de kropvorming beginnen, ziet men, dat somtijds het hart geheel is weggerot. Fig. 13 vertoont zulk een exemplaar, in vergelijking met fig. 12, die eene normale kropvorming voorstelt. Op de plaats, waar anders de krop zich zou ontwikkelen, bevinden zich nu slechts de overblijfselen van afgerotte blaadjes en enkele abnormaal verdikte en kromgegroeide bladstelen, soms nog met een kroeze bladschijf gekroond. Deze figuren zijn geteekend naar planten, van welke de buitenste bladeren zijn weggesneden, zoodat het hart zichtbaar werd.

Figuur 16 (Pl. III) geeft een lengtedoorsnede te zien van een dergelijk

geval, waar het hart is weggerot. Ter vergelijking is in fig. 14 de doorsnede voorgesteld van eene plant, die den leeftijd heeft bereikt, waarop zij verplant kan worden, en in fig. 15 van een wat oudere plant, die met de kropvorming begint. Niet altijd rot het jonge hart weg, maar dikwijls blijft de aantasting beperkt tot de oksels van enkele periphere blaadjes. Dit wordt in doorsnede door fig. 17 weergegeven. Het stammetje kan dan geheel krom groeien (fig. 18), wanneer het aan de eene zijde sterker is beschadigd dan aan de andere. Ook kan in plaats van het afgerotte hart een ander tot ontwikkeling komen (fig. 19).

Wanneer de planten reeds een tijdlang op het veld zijn uitgeplant en de gezonde hun krop reeds gevormd hebben, maken de draaiharten een treurigen indruk. Soms hebben zich bij 't afsterven van den eindknop, een groot aantal zijknoppen ontwikkeld, zoodat er dan drie of vier kooltjes zijn, die met elkaar concurreeren, en een nog grooter aantal kleinere spruiten, die zijn uitgeloopen boven de litteekens der onderste bladeren. Soms ook heeft de eindknop of een der hooger staande knoppen zich meer of minder van de kwaal hersteld. Dan komen er kroppen, zooals er een in fig. 22 is afgebeeld, geheel misvormd; de bladstelen hebben allerlei abnormale windingen aangenomen. Hetzelfde kooltje is in fig. 23 van de onderzijde geteekend. Men ziet op de binnenzijde der gekromde stelen de geheelde wond. Dezelfde plant (een bloemkool) is, geheel ontdaan van zijn bladeren, in fig. 24 weergegeven. Men ziet de donkere plekken; daar zijn de wonden aangebracht, toen de „bloem" zich begon te ontwikkelen; het kooltje is natuurlijk waardeloos. Het slechtst zien de planten er uit, waarvan aan den stronk niets anders tot ontwikkeling komt dan eenige bladeren, en waar wij tusschen deze een groote wond zien (fig. 25). In de figuren 20 (Pl. III) en 21 (Pl. IV) zijn nog twee onregelmatig uitgegroeide bladeren met verdikten bladsteel geteekend, 20 van de bovenzijde gezien, 21 van de onderzijde. Het zijn periphere bladeren van een jonge krop. Men ziet hoe de morphologische onderzijde van den bladsteel of van de hoofdnerf sterk convex, de bovenzijde min of meer concaaf is geworden.

Bij vochtig weer vooral komt er rotting bij, die van uit de wondplekjes soms de geheele plant aantast. Men vindt akkers, zoo hevig aangetast, dat de stank de gansche omgeving vervult.

De planten bezwijken niet aan draaihartigheid. Wel kan het zijn, dat er bij vochtig weer enkele door de bijkomstige rotting te gronde gaan. Dit is evenwel zeldzaam. Koolplanten hebben een merkwaardig sterk herstellingsvermogen. In fig. 26 is afgebeeld een ouder draaihart. Hier waren

vele knoppen uitgeloopen, en daartusschen bevonden zich oudere bladeren. Het inwendige van den stam is voor een groot deel weggerot. Alle spruiten zijn op één na weggesneden. Onder deze spruit vormen zich adventiefwortels aan de binnenzijde van den hollen stam.

In de meeste gevallen, waarin ik rotting van het merg van den stam waarnam, strekt zich dit niet verder uit dan tot den houtcylinder. De mergverbindingen tusschen het xyleem hebben een sterk regeneratief vermogen.

Tot nog toe sprak ik slechts over de symptomen, die aan de planten zelve zijn waar te nemen. Men kan verder, in de pas aangetaste harten, kleine, witte larven vinden, die men op 't eerste gezicht voor de oorzaak van de ziekte houdt. Later verlaten zij de planten, en zoo komt het, dat men een zeer groot aantal zieke planten kan onderzoeken zonder ze te zien.

De lengte van deze witte, en later in 't jaar gele larven, bedraagt tot ongeveer 2 mM. Wanneer men het blaadje een weinig afbuigt om ze te kunnen waarnemen, ziet men ze bewegen in een slijmachtig vocht, dat de gewonde oksels bedekt. Zij krommen het lichaam beurtelings naar links en naar rechts en combineeren deze beweging met afwisselende geringe uitrekking en samentrekking. Op deze wijze kunnen zij zich voortbewegen. Zeer dikwijls springen zij weg door plotselinge strekking van het, van te voren sterk gekromde lichaam.

# II. Aetiologie.

Door GOETHE te Geisenheim a. Rh. wordt in zijn bericht over 1900/01 opgegeven, dat niet nader bepaalde galmuglarven het hart van jonge koolplanten onder vorming van een opzwelling verwoestten (24). In het jaar 1901 vond RITZEMA BOS (25) in het hart van jonge koolplanten onder Schagen, witte larven, die bleken galmuglarven te zijn. Zij werden ter determinatie gestuurd aan DE MEYERE (26), die daaruit de imagines opkweekte.

In 1905 bezocht ik vele malen de cultures aan den Langendijk en te Grootebroek om de oorzaak van de „draaihartigheid" op te sporen. Het bleek mij, dat de planten, die aan deze ziekte leden, zeer dikwijls bewoond worden door de in het vorig hoofdstuk reeds vermelde larven, die zich bij nader onderzoek als galmuglarven deden kennen. Een aantal hiervan werd ter determinatie aan DE MEYERE ter hand gesteld. Deze constateerde, dat zij geheel overeenkwamen met de door RITZEMA BOS in 1901 gevonden larven, en dat zij, evenals deze, behoorden tot de nieuwe, door hem in 1905 voor 't eerst beschreven soort *Contarinia torquens*.

In 1903 werd door RITZEMA BOS van de draaihartigheid, die inmiddels van groot belang was geworden, voor 't eerst eene korte symptomatiek gegeven onder de ziekten, waarvan tot dusver de oorzaak nog onbekend was gebleven. Het gelukte mij in 1905 proefondervindelijk [1]) vast te stellen, dat *Contarinia torquens* DE MEYERE de oorzaak is van de draaihartigheid. Dit geschiedde op de volgende wijze. Van een dertigtal te St. Pancras verzamelde larven werden te Amsterdam de kleinste, of jongste, uitgezocht en gebracht in de oksels van de zeer jonge blaadjes van normale koolplanten. Binnen eenige dagen vertoonden zich in den oksel de eerste ver-

[1]) Dit was te meer noodig, daar RITZEMA BOS in 1904 alleen de rupsjes van *Plutella Cruciferarum* vond in draaiharten, en vermoedde, dat zij de daders zouden zijn. In 1905 was *Plutella* zeer schadelijk en had ik dus gelegenheid te zien, dat dit insect slechts gaatjes vreet in de bladeren (27, 34).

schijnselen van draaihartigheid. Bij tien planten is deze proef genomen, in September 1905. Negen er van werden draaiharten, terwijl de niet opzettelijk geïnfecteerde contrôleplanten zich normaal ontwikkelden. De twintig grootste of oudste, van de verzamelde larven, werden gebruikt voor het opkweeken van de imagines. Hiervoor werd een gesteriliseerd glazen vat genomen, dat ter hoogte van ongeveer 1 dM. met gesteriliseerde, vochtige aarde was gevuld, waarop de larven werden gelegd. Na verloop van tien dagen was een aantal galmugjes uitgekomen, waarvan er slechts drie in leven waren. Meer heb ik er in 1905 niet kunnen kweeken, ook niet van later verzamelde larven. Deze drie galmugjes werden gebracht in een kooi van fijn katoenen gaas, die, sluitend tegen den grond, vier normale jonge koolplanten omhulde. Acht dagen later begonnen zich bij twee van deze planten de beginselen der ziekte te vertoonen, en bij onderzoek bleken de larven in de oksels der zeer jonge blaadjes aanwezig te zijn.

In de harten van planten, die de allereerste beginselen van de ziekte vertoonen, vindt men steeds de larven, meestal ten getale van zes tot twaalf, somtijds ook tot twintig. Zij zijn ongeveer van dezelfde grootte, en dus kort na elkaar uit het ei gekropen. Ondanks veel tijd daaraan besteed, is het mij nog niet mogen gelukken de eieren op te sporen. Naar alle waarschijnlijkheid worden die dikwijls gelegd in het rolletje, dat door opwaartsche krulling van de zijranden der jonge hartblaadjes ontstaat. Althans men kan van af de bovenzijde van deze blaadjes de sporen der larven vervolgen tot aan de bladoksels, waar zij zich steeds bij de onderzochte planten bevonden. Die sporen zijn glanzende strepen; het waslaagje is daar weggeveegd.

Ovo-vivipare galmuggen zijn niet bekend; bij lang genoeg voortgezet onderzoek hoop ik dus de eieren nog te vinden.

# III. Pathologische anatomie.

## Verwonding. — Opzwelling. — Analoge gevallen.

Een vergelijking van de lengtedoorsneden van zieke planten met die van gezonde (fig. 14 tot 19, Pl. III) leert, dat er belangrijke opzwelling van de weefsels plaats heeft, en dat deze opzwelling uitgaat van de wondplekken, door de larven op de bladvoeten aangebracht. In de eerste plaats zullen wij die wondjes nader beschouwen. Zij bevinden zich gewoonlijk ten getale van eenige bij elkaar en vallen direct op door hun donkerbruine, bijna zwarte kleur. De allerkleinste plekken strekken zich slechts over eenige epidermiscellen uit. Wanden en inhoud van die cellen zijn donkerbruin gekleurd; zij zelve zijn afgestorven en door de contractie, die daarbij plaats heeft gehad is de oppervlakte ingezonken. Doorsneden, loodrecht op de oppervlakte (fig. 27), doen zien, dat ook onder de wondplek de cellen zijn afgestorven en hare wanden bruin gekleurd. Behalve dat de celwanden bruin worden, zwellen zij ook op, en droppelvormige massa's maken er zich van los. Deze bruine massa blijkt, in tegenstelling met de normale wand, onoplosbaar in zwavelzuur te zijn. Meestal is een grooter aantal cellen van de opperhuid afgestorven. In dat geval zinken, behalve de epidermis, ook de daaronder gelegen lagen ineen, en op eenigen afstand reageert het parenchymatisch weefsel op den wondprikkel door het aanleggen van celwanden, evenwijdig aan den inwendigen omtrek van het afgestorven weefsel. Ook in den epidermis kunnen eenige celdeelingen om de wondplek plaats hebben, maar de wondprikkel heeft op den epidermis een veel geringere uitwerking dan op het parenchym, zooals bekend is. Er vormt zich een phellogeen, en hieruit een kurklaagje, dat het doode weefsel isoleert. Bij groote wondplekken ziet men reeds met het bloote oog, dat zij door een kurklaagje genezen kunnen. Door den lateren groei zijn dan de zwarte resten van het gestorven weefsel uiteengerukt, en daaronder ziet men de gladde, bruine kurk. Menigmaal barst ook dit periderm tengevolge van de opzwelling der bladvoeten; dit kan zelfs aanleiding geven tot

de vorming van vrij groote spleten, waaronder wederom door kurkvorming isolatie van het dieper gelegen weefsel plaats grijpt. Zoo geneest de wond vrij spoedig op droge plaatsen. Maar plaatsen, waar in de oksels, en in de ruimten tusschen de hartblaadjes veel vocht blijft zitten, hetzij het slijmerige vocht, dat op de aangetaste deelen wordt afgescheiden, hetzij regen of dauw, zulke plaatsen kunnen in rotting overgaan, of er vestigen zich schimmels op, die van daar uit verder in de plant voortwoekeren. Van deze schimmels zijn meestal te vinden *Botrytis vulgaris* Fries, *Phoma oleracea* Saccardo en *Fusarium Brassicae* Thuemen. De bacteriën, die bij de rotting werkzaam zijn, heb ik niet nader gedetermineerd.

Uit den aard van de hier beschreven kleinste wonden blijkt wel, dat de larve niet vreet van de plant, maar dat zij alleen door zuigen zich het noodige voedsel verschaft.

De figuren 28 tot en met 31 geven dwarsdoorsneden door jonge draaiharten te zien, uit welke de larven pas verdwenen waren. De verschillende wondjes zijn tot één grootere wond samengevloeid. Fig. 28 stelt voor een doorsnede door het vegetatiepunt van eene gezonde plant van dezelfde grootte. Bij de zieke plant ligt de doorsnede van fig. 29 boven, die van fig. 31 onder het verwoeste vegetatiepunt; die van fig. 30 zou er door gaan. Ook hier heeft kurkvorming plaats gehad. De figuren, die alle bij tienmalige vergrooting zijn geteekend, doen de opzwelling der bladvoeten sterk uitkomen. De meergenoemde opzwelling komt tot stand, in hoofdzaak door vergrooting en vermeerdering van de elementen van het parenchymatisch grondweefsel, die het sterkst is aan de, tegenover de wond liggende zijde van het blad. Een enkele maal is het blad aan de morphologische onderzijde gewond. Het zwelt dan op aan de bovenzijde, zooals in fig. 16 te zien is. Dit is echter een uitzondering.

Het parenchym tusschen den epidermis der onderzijde en den dikken mediaan gelegen vaatbundel, zwelt het sterkst op. Terwijl de cellen daarvan in gewone omstandigheden een weinig in de lengte gerekt zijn, en een grootste afmeting hebben van 70 à 80 mikron, krijgen zij in de anomalie aldaar een strekking in dorsi-ventrale richting met een grootste lengte van 130 tot 200 mikron. Tusschen de vaatbundels vermeerdert zich het parenchym ook een weinig, zoodat de bundels eenigermate uiteenschuiven. De myrosinecellen zijn in dezelfde verhouding als de hen omringende parenchymcellen in grootte toegenomen. In de bundels is ook een geringe diktetoename der elementen waar te nemen. Bij een groot aantal metingen kan men gevallen treffen, dat de wijdte der houtvaten (ring- en spiraalvaten) toeneemt van 10 à 16 mikron bij gezonde bladeren tot 13 à 26 bij zieke.

In de zetmeelhoudende parenchymcellen, die om de vaatbundels liggen, is geen verandering van inhoud te bespeuren. Dit is evenmin het geval met den inhoud van andere elementen, voor zoover joodjoodkali en MILLON's reagens dit aanwijzen. De epidermiscellen zijn iets minder dan de parenchymcellen in grootte toegenomen. Hun grootste diameter neemt van 15 à 30 mikron bij gezonde, toe tot 20 à 50 mikron bij opgezwollen bladeren. Aan beide zijden van het blad zitten huidmondjes. Vooral bij de latere blaadjes, die diep in de krop verborgen zijn, vindt men onvolkomen huidmondjes. Hier hebben zich wel de eerste twee of drie celdeelingen voltrokken, maar sluitcellen en porus hebben zich niet ontwikkeld. Het aantal van deze half ontwikkelde huidmondjes nu, is vooral aan de opgezwollen bladstelen zeer groot. Het kunnen aanvankelijk alleen de huidmondjes zijn, die het slijmachtig vocht, waarin de larven zich bewegen, afscheiden. Directe waarnemingen over de herkomst van dit vocht, heb ik niet kunnen verrichten.

Uit de anatomische bijzonderheden konden gevolgtrekkingen gemaakt worden omtrent de wijze, waarop de larven zich voeden. Ook is hieruit af te leiden, welke aetiologische momenten een rol spelen bij het tot stand komen van de opzwellingen. Verschillende oorzaken toch laten zich hiervoor denken. Er zijn gevallen bekend, dat de normale groei van het vegetatiepunt werd tegengehouden, en dat door correlatie elders opzwellingen ontstonden. VÖCHTING (27) b.v., heeft onder die omstandigheid de bladvoeten van koolrabiplanten zien opzwellen. Ook ziet men bij het teratologisch geval van koolplanten, die geen hart hebben, de voet van het laatste blad tot een knobbel opzwellen. Daar nu bij de draaiharten dikwijls het vegetatiepunt verwoest is, zou men ook hier geneigd zijn aan een geval van correlatie te denken. Evenwel, lang niet altijd is het vegetatiepunt verwoest; ook bij zeer kleine verwondingen door de galmuglarven, ziet men de opzwelling ontstaan. Er blijft ons dus over te denken aan een reactie op wondprikkel of op giftprikkel, eventueel combinatie van gift- en mechanische prikkel. Maar ook wondprikkel vervalt als oorzaak van de opzwelling; wij zagen toch, dat de plant op de verwonding reageert door kurkvorming; de prikkel tot opzwelling echter plant zich veel verder voort. Men is dus genoodzaakt aan te nemen, dat hier een, over groote afstanden diffundeerend gift in 't spel is. Deze conclusie is in overeenstemming met de algemeene opvatting over den bij galvorming werkzamen factor, ofschoon alle proeven van BEYERINCK (28) en anderen (29) om met giften gallen te verwekken, tot heden mislukt zijn.

„*Gallen*" toch zijn ook de opzwellingen, die *Contarinia torquens* aan kool teweegbrengt, en in navolging van KÜSTER (30) kan men ze brengen

tot de cataplasmatische gallen of dezulke, bij welke geen specifieke differentiatie in de structuur optreedt, en die, tengevolge van de bewegelijkheid van het galdier, geen constante begrenzing hebben.

Analogieën van deze gallen zijn hier en daar in de litteratuur beschreven. In den catalogus van DARBOUX en HOUARD (31) worden verschillende gallen, door *Cecidomyiden* veroorzaakt, voor *Crucifeeren* opgegeven. *Dasyneura Sisymbrii* SCHRANK o. a., brengt een deformatie in de inflorescenties en in de bladoksels teweeg bij *Barbarea arcuata* RCHB en *vulgaris* L. en bij *Sisymbrium (Nasturtium) amphibium, austriacum* JACQ., *officinale* L., *palustre* LEYSS., *sylvestre* L. en *Sophia* L.

FRANK (32) schrijft hieromtrent: „Somtijds tast de galmug ook de oksels der loofbladeren aan. Dan verdikt zich de halfscheedevormige basis van het blad zonder weefseldifferentiatie".

Wat betreft de deformatie van de bloeiwijzen, zegt hij: „De eieren worden tusschen de bloemknoppen van zeer jonge inflorescenties gelegd. Bloeiwijzen, die alleen de eieren bevatten, vertoonen nog niet de minste afwijking; men moet, om de eieren te vinden, op goed geluk de zeer jonge, in knopvorm zich bevindende inflorescenties doorsnijden. De made ontwikkelt zich zeer snel". Dit is in overeenstemming met wat ik omtrent *Contarinia torquens* in het vorig hoofdstuk opmerkte.

De mogelijkheid, dat reeds door het moederdier een galvormende stof in de weefsels wordt gebracht (zooals BEYERINCK (28) bij *Nematus*gallen op wilgen aangeeft, wat door MAGNUS (65) is tegengesproken), is bij de draaiharten buitengesloten. Al heb ik ook het eierleggen nooit waargenomen, zooveel is zeker, dat zij niet in de weefsels, maar buitenop de plant worden gelegd, zooals dat ook bij de verwante Crucifeerengallen het geval is.

Wel is mogelijk, dat de galvorming reeds begint, als de larve nog in de eihuid is besloten, evenals dat volgens BEYERINCK (66) het geval is met de gallen van *Spathegaster Taschenbergi* en van *Dryophanta folii*. Waarschijnlijk is dit echter niet, omdat ik, zooals reeds in het vorig hoofdstuk werd opgemerkt, reden heb om te gelooven, dat de eieren niet altijd in de oksels worden gelegd, terwijl ik in zulke gevallen de galvorming pas zag optreden als de larven de oksels hadden bereikt.

# IV. Waarnemingen te veld.

**Verspreiding. — Herkomst. — Invloed bodem- en weersgesteldheid. — Vatbaarheid der soorten. — Herstellingsvermogen. — Tijd van optreden. — Periodociteit in het optreden. — Invloed van beschutting.**

In de inleiding is reeds met een enkel woord over het vele voorkomen van draaiharten in het Zuiden van den Geestmerambacht gesproken. Hier zal ik nauwkeuriger de verspreiding in 1905 nagaan. In alle koolbouwende streken van Noord-Holland kwam toen de kwaal in geringe mate voor. In den Anna Paulownapolder, in den Wieringerwaard en in de polders tusschen Schagen en den Geestmerambacht werd slechts hier en daar een draaihartige plant gevonden, maar de kwaal was er niet van beteekenis. Alleen bij Groeneveld waren een paar akkers met roode en late gele kool vrij sterk aangetast, terwijl daar de vroege gele kool vrij bleef van de kwaal. Ook te Dirkshorn werd in de gele kool hier en daar over draaiharten geklaagd.

In den Geestmerambacht bleef het groote gebied van Oudkarspel (zie inleiding, blz. 6) zoo goed als geheel vrij van de ziekte; alleen bij Warmenhuizen werden vrij veel draaiharten gevonden in alle soorten. Zeer opmerkelijk was hier, dat vooral dicht bij het dorp de ziekte uitbrak, en wel telkenmale op dezelfde akkers, van welke zij zich langzaam verder verspreidde. In 1902 is het te Warmenhuizen begonnen op een akker aan den slootkant en van daar uit heeft het zich alle jaren een stukje verder uitgebreid, het meest in 1905 langs een belendend perceel met haver.

Wat betreft het Langendijker gebied (inleiding, blz. 6), zoo zag men in 1905 te Noord-Scharwoude het draaien bijna niet anders dan op enkele plaatsen in bloemkool, en in gele of savoyekool tusschen de Schipper- en Heykemersloot, en tusschen de Kraatsman- en Kardinaalsloot.

Erger was het te Broek, waar ten Oosten en ten Westen van het dorp in 1905 de bloemkool en gele kool zeer geleden hebben. Op sommige akkers

waren alle planten aangetast. B.v. op een akker met 1500 vroege bloemkoolplanten waren er slechts 300, die nog zoover terecht kwamen, dat zij een minderwaardig product opleverden, en van de late gele die er tusschen door gezet waren, mislukte het derde geheel, en de rest bracht een oogst op, ofschoon uit misvormde koolen bestaande.

In het gebied van St. Pancras en Koedijk is de draaihartigheid het langst bekend. Vele landbouwers weten zich te herinneren, dat de kwaal het eerst te Koedijk werd opgemerkt. In 1905 woedde de ziekte in deze beide plaatsen met groote hevigheid en in alle koolsoorten. Op de kaart (Pl. VIII) zijn de sterk aangetaste terreinen aangegeven. Van Koedijk strekt zich de kwaal langs het westen van den Geestmerambacht uit tot Schoorldam. In Schoorldam ziet men haar vooral optreden dichtbij de bebouwde kom der gemeente, vooral aan de zuidzijde van dat dorp, telkens op dezelfde akkers en zich van jaar tot jaar verder uitbreidend. Vooral in bloemkool werd veel schade geleden. Ook de koolbouwers van den Heer Hugowaardpolder hadden in 1905 veel schade door de draaihartigheid, vooral in Deensche witte en in roode kool, en, in 't begin van het jaar, sommige ook in gele kool, terwijl men opmerkte, dat de kwaal van jaar tot jaar erger wordt. Ook hier werd waargenomen, dat de ziekte zich vooral in de nabijheid van geboomte en van erven voordeed. Zeer hevig woedde de plaag te Grootebroek, en wel hoofdzakelijk in reuzenbloemkool.

Daar, zooals wij reeds zagen, de galmuglarve zich in den bodem verpopt, is het eenigszins begrijpelijk, dat de kwaal op de drogere, zandige gronden bij St. Pancras meer voorkomt, dan op de zwaardere kleigronden met relatief hoogeren waterstand van het Oudkarspelergebied. Hieruit is het ook te verklaren, dat in den Daalmeerpolder, waar de grond veel zwaarder en vochtiger is dan daarbuiten, de draaihartigheid niet voorkomt, in scherpe tegenstelling met de aangrenzende streken.

Ook in den Vroonermeer, waar de grond vochtiger is dan te St. Pancras, heeft men geen last van de ziekte. Dit zijn duidelijke voorbeelden van den invloed, die de bodemgesteldheid op het optreden er van heeft. Men zou geneigd zijn aan te nemen, dat de draaihartigheid gebonden is aan droge en zandige gronden bij het lezen van deze waarnemingen, verricht in 1905. Toch moet men hierbij voorzichtig zijn. Want het jaar 1906 heeft geleerd dat de draaihartigheid overal in den Geestmerambacht hare offers eischen kan. Het oogstoverzicht van 15 Juli 1906 (68) vermeldt, dat de geheele Noord-Hollandsche koolstreek sterker dan ooit is aangetast door draaihartigheid. In Limburg wordt dit jaar over „slechte harten" in de kool ge-

klaagd. Dit bleek dezelfde ziekte te zijn. Voorts werden draaiharten waargenomen bij Apeldoorn, bij Arnhem, en op de terreinen van het Instituut voor Phytopathologie te Wageningen. Hier traden zij van af den 19den Juni op. De Heer C. DE GEUS berichtte mij uit Oberhausen bij Wesel, dat daar in 1906 haast elk stuk koolveld draaihartige planten droeg. GOETHE (l.c.) te Geisenheim had trouwens al in 1900 ziekteverschijnselen in de kool opgemerkt, die tot de draaihartigheid moeten worden gerekend, en Dr. REH uit Hamburg schreef mij, dat hij in den zomer van 1905 een dergelijk geval, als ik hem als draaihart beschreef, had gevonden.

Het schijnt dat de ziekte in het jaar 1897 voor het eerst belangrijke offers eischte, althans in Koedijk herinneren zich vele koolbouwers, dat zij het eerst in dat jaar er schade door leden. In 1900 liet zij zich in St. Pancras voor 't eerst vrij hevig gevoelen, maar nog niet zoo hevig als in 1903, 1905 en vooral 1906. In Grootebroek herinnert men zich de kwaal niet van vroegere jaren dan 1897. In 1898 en latere jaren werd daar geregeld uitbreiding geconstateerd. Practici deelden mij mede, dat men ook in Rhenen voor 't eerst in 't jaar 1897 verliezen door „klemhartigheid" leed.

In ons land werden de draaiharten al lang opgemerkt door de land- en tuinbouwers, voor zij zich zoo uitbreidden, dat zij aan de cultuur schadelijk werden. Er bestaan nu twee mogelijkheden: òf dat kort voor het jaar 1897 de, aanvankelijk op wildgroeiende planten voorkomende *Contarinia's* zich aan kool hebben aangepast, en daar betere voorwaarden voor hun ontwikkeling hebben gevonden, òf dat het eerst in 1897 de ontwikkelingsvoorwaarden voor de toen reeds langen tijd op kool levende *Contarinia*-soort zoo gunstig waren, dat zij zich in voldoende mate kon uitbreiden om schadelijk te worden.

Wij kunnen hier slechts gissen. Zoo zich al galmugjes van andere *Crucifeeren* aan kool hebben aangepast, is, volgens DE MEYERE (l.c.), onze kennis omtrent de *Cecidomyiden* dier *Crucifeeren* nog te gering, om in dezen licht te verschaffen. In 1905 was de weersgesteldheid ongetwijfeld zeer gunstig voor het insect, en heeft de ziekte zich dan ook sterk uitgebreid. De zomer van dat jaar was vrij droog, en de koolstreken, vooral bij Grootebroek, hebben zeer weinig regen gehad. Er heerschte langen tijd Oostenwind in het voorjaar. Dit zijn omstandigheden, die de ontwikkeling van insecten in 't algemeen in de hand werken. Ook het motje *Plutella Cruciferarum* heeft dientengevolge in 1905 zooveel schade gedaan.

Alle koolsoorten worden door het galmugje aangetast; in Warmenhuizen werd zelfs de ziekte in koolrapen opgemerkt. Maar terwijl de soorten

van sluitkool, wanneer eenmaal een flink aantal kropblaadjes over het hart is heengegroeid, voldoende beschermd zijn, blijft bloemkool veel langer blootgesteld aan nieuwe aantasting.

Verschillend is ook het vermogen van de verschillende soorten om door de kwaal heen te groeien en zich te genezen. Van bloemkool, die eenmaal is aangetast, komt niets of zeer weinig terecht; als er nog een product geoogst kan worden, is dit toch waardeloos. Gewone witte kool herstelt zich ook zeer slecht, roode iets beter, gele nog iets beter, en Deensche het best.

Te St. Pancras werd de ziekte in 1905 het eerst opgemerkt op een plantenbaan op den 10den Juni, en overal elders in Noord-Holland en in andere jaren, op denzelfden tijd of kort daarna.

De practici zeggen, dat een periode van warm, zonnig weer met veel Oostenwind altijd aan de kwaal voorafgaat.

Op vele plaatsen is een zekere periodiciteit opgemerkt in het optreden van de ziekte. Te Koedijk b.v. nam in 1905 het aantal draaihartige planten tot de laatste dagen van de maand Juni sterk toe, om daarna ongeveer stationair te blijven tot 20 Juli, toen opnieuw ongeveer eene week lang allerwege nieuwe spruiten werden aangetast. Wederom bleef 3 à 4 weken lang het aantal draaiharten constant. Omstreeks 20 Augustus werden er vele nieuwe gevonden, en dit periodiek optreden duurde tot December, zoolang als er nog jonge spruiten aan de kool waren te vinden. Eigenaardig was het, dat de larven in November en December duidelijk geel waren (de kleur van het vetlichaam).

Op 23 Juni 1906 plantte ik een aantal, te Wageningen verzamelde draaiharten, die zich pas als zoodanig deden kennen, in een geheel door gaas afgesloten bak. Op 23 Juli kon ik de eerste galmugjes verzamelen, en in de laatste dagen van die maand begonnen planten, die zich inmiddels uit zaad in dien bak hadden ontwikkeld, sporen van de ziekte te vertoonen. Het bleek dus waar, wat ik in 1905 reden had te gelooven, dat er ongeveer een maand voor de ontwikkeling van een heele generatie noodig is.

In het jaar 1905 zijn het vooral de drie generaties in het eind van de maanden Juni, Juli en Augustus geweest, die door de landbouwers zijn opgemerkt. De laatste hiervan was het minst duidelijk, hetgeen weer uit de meerdere regenval in het eind van de maand Augustus te verklaren is. De latere generaties worden door de boeren niet opgemerkt, omdat ook de late kool dan zijn gevoelige periode te boven is. Er vormen zich tot in den winter nieuwe spruiten aan de winterharde soorten, en hierin vond ik de latere broedsels.

Uit deze periodiciteit is een verschijnsel te verklaren, dat men op vele plaatsen ziet, en dat geïllustreerd wordt door het volgende voorbeeld. Op een akker te St. Pancras, die tusschen den 7den en den 15den Juli beplant was met gele bewaarkool, werden alle planten ziek; op een andere, daar vlak naast, die in 't begin van Augustus met dezelfde soort beplant werd, eischte de ziekte geen enkel offer. Uit het voorgaande is ook te verklaren, dat vooral de late soorten, die na den winter op den vollen grond gezaaid worden, mislukken. Hun teêre harten zijn nog niet door een groot aantal kropbladeren beschermd in den tijd, dat de galmugjes er een aanval op doen. De soorten, die in Januari en Februari in bakken gezaaid worden, zijn in dien tijd reeds zoo ver in haar ontwikkeling, dat zij vrij blijven van de kwaal. Een zeer enkele uitzondering wordt hier en daar vermeld. Zoo werden te St. Pancras in 1903 in een bak reeds in April twee draaihartige planten gevonden, die evenwel op den akker werden uitgezet. Naderhand werden in de buurt van deze twee nog vijftig planten door de ziekte aangetast, terwijl de rest van die partij kool gezond bleef.

Dat vrij algemeen de bakplanten verschoond blijven, is de reden, dat men in de laatste jaren te Koedijk en St. Pancras vooral zijn kracht zoekt in het telen van vroege soorten, zoowel van witte, gele, als roode kool. Als van die vroege kool planten wegvallen en door nieuwe vervangen worden, vallen die nieuwe meestal aan de ziekte ten prooi.

Op vele plaatsen ziet men, dat, wanneer van één zaaibed twee op eenigen afstand van elkaar liggende akkers ter zelfder tijd beplant worden, dat dan de eene door de ziekte wordt bezocht en de andere vrij blijft. Dit is niet anders te verklaren, dan door aan te nemen, dat op den eenen akker een zwerm galmugjes neerstrijkt en op den anderen niet. Bij voorkeur worden zulke akkers aangetast, die op beschutte plaatsen liggen, of die door ruige slootkanten of door dichte cultures begrensd zijn. Dit is zoo duidelijk, dat men in Warmenhuizen beweert, dat het kwaad uit de erwten komt, en te Grootebroek, dat aardappelplanten de oorzaak zijn. Ook op land, waar reuzenbloemkool of late gele kool tusschen aardappels wordt geplant, komt van de kooloogst niets terecht. Hoe verder van de aardappel- of erwtenvelden, hoe minder ziekte.

Merkwaardige voorbeelden van dergelijke invloeden op het optreden van de kwaal, heb ik gezien. Te Zuid-Scharwoude was een akker van een Hectare groot, aan het Oosteinde voor een derde gedeelte bezet met vroege aardappelen, welk gedeelte naar het Noorden en Westen door riethekken beschut was. Ten Westen daarvan werd bloemkool geteeld, en gele kool

als navrucht. De rijen het dichtst bij de riethekken werden het meest door de ziekte aangetast. Ongeveer 20 rijen bloemkool werden ziek en rotten geheel weg, terwijl van het nagewas ook zoo goed als niets terecht kwam. Ook van late bloemkool, als nagewas na de aardappelen aan de Oostzijde van het hek geplant, werden tien rijen langs het hek draaihartig.

# V. Bestrijding.

Het onderzoek van de draaihartigheid heeft gezichtspunten opgeleverd, van welke men bij pogingen ter voorkoming en bestrijding moet uitgaan, maar tevens zijn er onbekenden blijven bestaan, naar de oplossing waarvan alsnog moet worden gestreefd.

**Onbekenden.**

1. Er zijn nog geen wildgroeiende voedsterplanten van *Contarinia torquens* gevonden (blz. 25).
2. Naar de parasieten van *Contarinia torquens* is nog geen onderzoek verricht.

**Gegevens. (Eventueel daarnaar te nemen maatregelen).**

1. Voor draaihartigheid onvatbare koolsoorten zijn er niet; ook andere cultuursoorten van het geslacht *Brassica* worden aangetast (blz. 25).
2. Zoo nader onderzoek geen wildgroeiende voedsterplanten aanwijst, kan voorkoming door vruchtwisseling alleen worden bereikt, wanneer men het geheele koolgebied een jaar lang vrij laat van Brassicasoorten, die niet in Januari en Februari gezaaid en voor Mei uitgepoot worden.
3. Daar de aangetaste planten geen verschijnselen van atrophie vertoonen, kan van speciale bemesting geen heil worden verwacht.
4. Men kieze het terrein voor banen en velden op voldoenden afstand van elke beschutting, hoe laag die (bij te velde staande gewassen) ook moge zijn.
5. De galmuglarve verlaat de plant, om zich in den grond te verpoppen; zij overwintert niet in de plant; men behoeft de gewoonte om de koolstronken als mest in den grond te laten, dus niet prijs te geven.
6. De uit te poten planten moeten aan scherpe keuring worden onderworpen.
7. Zoowel de banen als de velden moeten zoo dikwijls mogelijk worden

geïnspecteerd (men vergete de banen, die voor latere aanplanting worden aangehouden, hierbij niet). Alle aangetaste planten moeten in de sloot geworpen worden [1]).

8. Chemische middelen, in het hart gesproeid, kunnen baten, voorzoover het contactgiften zijn, die preventief worden aangewend (bldz. 20). Tabaksaftreksel heeft reeds goede resultaten geleverd.
9. Door gebruik van het snoeimes kan een koolbouwer die zich daarin oefent, uit sommige draaiharten met meer dan een kropspruit, nog een krop doen groeien, die eenige waarde heeft.

In de jaren 1905 en 1906 zijn vanwege de vereenigde koolbouwers met Rijkssubsidie en onder leiding van professor J. Ritzema Bos, directeur van het Instituut voor Phytopathologie te Wageningen bestrijdingsproeven genomen, voor 1906 ontworpen door schrijver dezes, assistent aan voornoemd Instituut. De resultaten van die proeven zullen, voorzoover zij voor de praktijk van belang zijn, in het „Tijdschrift over Plantenziekten" worden gepubliceerd.

[1]) Verbranden of diep ingraven is in het klein bedrijf van den Langendijk onuitvoerbaar.

# HET „VALLEN" EN DE „KANKER".

## I. Gegevens uit de literatuur over het „Vallen" en den „Kanker".

Deze twee ziekten behandel ik te zamen, omdat zij zeer verwant aan elkaar zijn.

In artikelen van RITZEMA BOS in het „Tijdschrift over plantenziekten" (35), vindt men al wat over het „vallen" en den „kanker" is gepubliceerd. De mededeeling van RITZEMA BOS betreft de roode bewaarkool van Noord- en Zuid-Scharwoude. De hoofdzaken uit de bedoelde artikelen vat ik hier in het kort samen.

Het „*vallen*" is een ziekte, die, in genoemde streek, elk jaar vrij sterk voorkomt. De eerste verschijnselen der ziekte openbaren zich bij jonge planten als een grijsbruine plek aan den stengelvoet, die naderhand in rotting of verschrompeling kan overgaan, maar die ook genezen kan.

Geregeld voorkomende kenmerken bij flink aangetaste planten zijn:

De bladeren van de nog jonge planten zijn wat meer opgericht, dan bij gezonde planten. De kleur er van is abnormaal, en wel te rood. De meeste „vallers" brengen het niet tot ontwikkeling van koolen; doen zij dat echter wel, dan vallen deze met stronk en al om. De hoofdwortel blijkt dan afgestorven en in rotting te zijn overgegaan. Hij ziet er oppervlakkig uit, of hij is aangevreten, wat echter niet nader gebleken is. De plant vormt nieuwe wortels aan den stengelvoet en herstelt zich somtijds door deze.

De zwam *Phoma oleracea* SACC. schijnt de oorzaak der ziekte te zijn, omdat deze altijd als mycelium in de aangetaste, maar nog niet afgestorven plekken is gevonden; aan de oppervlakte van deze plekken maakt de zwam haar pykniden. Geen ander organisme is in de zieke deelen aangetroffen. Het mycelium komt voor in en tusschen de cellen van schors en merg en

in de houtvaten, en kleurt de weefsels, waarin het zich bevindt, donkerbruin.

Deze zwam komt op de zaaibedden aan den Langendijk reeds in de genoemde zieke plekken aan den stengelvoet voor, en wordt, daar men de aangetaste planten nog niet duidelijk kan onderscheiden, bij het uitplanten naar de akkers overgebracht.

Op de velden schijnen opnieuw planten te worden aangetast. De zwam wordt niet met het zaad overgebracht, zooals bleek bij kiemproeven met zaad, dat door de boeren van die overbrenging verdacht werd.

De „*kanker*" is een ziekte, die zich bij de, in schuren bewaarde kool voordoet, en die begint als zwarte vlekjes in het houtgedeelte van den stronk. Deze vlekjes breiden zich uit over stronk en bladeren op onregelmatige wijze, en wel het snelst in warme, vochtige omgeving. De aangetaste bladeren laten van den stronk los. In de zieke deelen woekert een zwam, die aan de oppervlakte pykniden vormt, en die zich, naar haar morphologische eigenschappen doet kennen als *Phoma oleracea* Sacc. In de aangetaste koolen komt geen andere organisme voor.

De zwam, die uit de vallers is geïsoleerd door middel van reinculturen, kan bij infectie op een koolstronk kanker teweegbrengen. Roode kool is het meest aan vallen en kanker onderhevig. Savoye en Deensche witte zijn het in mindere mate.

Verder herinnert Ritzema Bos aan een ziekte in de voederkool in de Vendée, waar Delacroix (36) melding van maakt, en die veel overeenkomst heeft met de kankerziekte aan den Langendijk. Prillieux beschrijft deze ziekte eveneens in zijn handboek (37) onder den naam „Pourriture des pieds de chou". Prillieux en Delacroix hebben in de aangetaste deelen een zwam gevonden, door hen als *Phoma Brassicae* Thümen gedetermineerd; zij is echter volgens Allescher (38) identiek met *Phoma oleracea* Sacc.

# II. Symptomatiek van het „Vallen" en van den „Kanker".

**Onderscheiding van andere ziekten. — Inleiding door vreterij. — Het Vallen, een complex geval. — Kanker bij wondplekjes, bij *Anthomyia*beschadiging, bij *Baris*beschadiging. — Kanker in de schuren. — Kanker in zaadkool.**

Volgens RITZEMA BOS zijn de ziekten, die hij beschrijft onder de namen, die de volksmond er aan gaf, als het „vallen" en den „kanker", eigenlijk verschillende stadiën van een en dezelfde ziekte, die zich kenmerkt door de aanwezigheid van kankerplekken, in welke de zwam *Phoma oleracea* SACCARDO woekert. Hij zegt: „Niet onwaarschijnlijk wordt de rotting der wortels ingeleid door vreterij van insecten".

Bij lang voortgezette studie van de symptomen blijkt, dat het inleidingsstadium van eerstgenoemde ziekte inderdaad is: insectenvreterij. Het „vallen" is insectenvreterij met secundaire aantasting door *Phoma*. Wanneer de boeren echter van „kankerstronken" spreken, heeft men meestal te doen met primaire aantasting door *Phoma*.

Het herkennen van wat de koolbouwer een „valler" noemt, is bij één wandeling door de velden uiterst moeilijk, zoo niet onmogelijk. Dikwijls weten de boeren, zelf niet of zij met een valler te doen hebben, dan wel met aantasting door *Anthomyia* of door *Plasmodiophora*. Wanneer men de plant van boven op beziet, zijn, met eenige oefening, heel goed te onderscheiden de symptomen, die RITZEMA BOS opgeeft: een nog al opgerichten stand der bladeren; het frissche donkergroen, dat in de bladeren van roode kool de hoofdkleur is, maakt plaats voor een roodblauwe, soms loodachtige tint; de bladeren voelen eenigszins flets aan en zij hebben zich niet krachtig genoeg ontwikkeld om flink om de krop heen te sluiten. Observeert men nu meermalen achtereen de zieke planten, dan wordt het verschil tusschen

aantasting door *Anthomyia* aan de eene, en *Plasmodiophora* aan de andere zijde, duidelijk. In het eerste geval (*Anthomyia*) is de lijdensperiode maar kort. Bloem- en sluitkool laten eenige malen de bladeren vallen en herstellen zich daarna, of, wanneer er zeer veel maden aan vreten, sterven zij spoedig af. — Maar in het tweede geval (*Plasmodiophora*) kunnen de planten lang blijven kwijnen, zoodat de onervaren waarnemer ze zelfs niet als ziek herkent. Zij geven dan dikwijls een kool, die wel niet van eerste kwaliteit, maar toch zeer goed leverbaar is, en die zich op de bewaarplaats goed houdt. In extreme gevallen verwelken de bladeren herhaaldelijk en sterft de plant ten slotte met slaphangende bladeren af. — Precies zoo is het met de „vallers". Af en toe laten zij, op 't heetst van den dag, de bladeren slap hangen, maar 's avonds komen zij weer bij. Men is dus genoodzaakt de planten uit te trekken om er meer van te weten te komen. Nu ziet men direct wat knolvoet is, verwarring daarmee is buitengesloten. Maar wat betreft het eerste stadium van de vallersziekte, blijkt, dat bijna altijd dit stadium volkomen identiek is met beschadiging door *Anthomyia*. Dit geldt niet alleen voor beschouwing met het bloote oog, maar ook voor het nauwkeurigst mikroskopisch onderzoek. In 1905 heb ik meerdere honderden planten onderzocht, en in ruim 90 gevallen van de 100 werd het z.g. vallen ingeleid door beschadiging van het wortelsysteem door *Anthomyia brassicae*. In de resteerende bijna 10 percent, zagen de planten er een klein beetje flets uit, maar waren in hun geheel en oppervlakkig beschouwd, ongeschonden; bij overlangs doorsnijden bleek in deze gevallen, dat larven van een *Baris*soort in het stammetje boorden. Deze *Baris*larven kunnen natuurlijk ook voorkomen in planten, door *Anthomyia* aangetast.

De planten, door de koolvlieg beschadigd, gaan òf dood, òf, zoo het aantal larven klein is, genezen zij zich door vorming van adventiefwortels, wanneer de larven de plant verlaten hebben om in den grond te verpoppen. Ook de door boorsnuittorlarven aangetaste planten genezen dikwijls, wanneer de snuittorren in den zomer de planten verlaten hebben.

In dit inleidingsstadium, waarin men nog niet van „vallen" spreekt, zijn kankerplekken niet in de plant aanwezig. Dit stadium wordt gevonden zoowel op de banen als op de velden. Eerst in het tweede stadium treden kankerachtige plekken op, die uitgaan van de vreetplaatsen. Nu pas begint de ziekte, die men met recht „vallen" kan noemen.

Een scherp onderscheid is te constateeren tusschen het inleidingsstadium, voor zooverre de koolvlieg daarbij werkzaam is, en het eigenlijke „vallen".

In de eerste plaats: Men kende het eenvoudig geval van aantasting

door de vlieg reeds lang vóór het gecompliceerde geval met bijkomstigen kanker. Voorts nam men waar, dat de eerste kwaal bij droogte erger wordt en vele offers eischt, terwijl de tweede juist bij vochtig weer sterk toeneemt: In de zomers van 1903 en 1904, die, in tegenstelling met den zomer van 1905, aan den Langendijk vrij veel regen brachten, kon men dit opmerken. Dan — valt de tijd, waarop de vliegenplaag zich het sterkst doet gelden, niet altijd samen met dien van het „vallen". De eerste deed zich b.v. in 1905 in den Heer Hugowaardpolder vooral voor in vroege soorten uit de bakken, in Juni, terwijl men „het vallen" eerst drie à vier weken na het uitplanten van de late soorten opmerkte. In Zuid-Scharwoude werd in de eerste weken na het uitplanten van de late roode kool, dat ± 20 Juni plaats had, veel over droogte geklaagd, en in de uitplantingen gingen vele exemplaren te gronde door *Anthomyia*. Het „vallen" vertoonde zich pas 3 à 4 weken na den planttijd.

In de tweede plaats: Het verschil tusschen eenvoudige vreterij en het complex geval, dat „vallen" genoemd wordt, is bij nauwkeuriger beschouwing te zien. Figuur 34, voorstellende een „valler", in vergelijking met den gezonden stronk, die in fig. 8 is afgebeeld, laat op een der bladsporen een beginnende kankerplek zien, uitgaande van een kleine wond. Hier is de schors ingezonken, en donker van kleur. Langzamerhand breidt de plek zich uit, de randen zijn donker, het centrum schijnt lichter door het binnentreden van lucht in de afstervende weefsels. Ten slotte is de schors plaatselijk geheel verteerd, op de vezels na. Dit is met het bloote oog aan de plant te zien. Een loupe is echter noodig om waar te nemen, dat aan den rand van de afgestorven plek kleine rose stipjes zitten, die later zwart worden en die de pykniden van de kankerzwam zijn. (Fig. 34 wijst dit niet aan, fig. 47, voorstellende een zesmaal vergroot kankerplekje op een roodekoolblad, wel.) Terwijl de kankerplek op het bladspoor, in vergelijking met de oorspronkelijke wond groot is, ziet men aan den wortel een zeer groote wond, in vergelijking waarmee hetgeen men van den kanker op 't eerste gezicht ziet, gering is. De wortel is n.l. verwoest door *Anthomyia*. Hier en daar ziet men nog de resten van door de made gemaakte gangen, maar daaromheen is de schors weggekankerd, alleen de vezels zijn er nog van over. Het hout is afgestorven, vezelig aan de oppervlakte en donkerbruin gekleurd. Ook hier vindt men bij nauwkeurig onderzoek op den rand, of daarbinnen, tusschen de vezels, de pykniden. Wanneer de ziekte zoover gevorderd is, dat de larven van *Anthomyia* verdwenen en ook de gangen niet meer te herkennen zijn, wijst de volledige afwezigheid van alle bijwortels nog

aan, dat hier eene mechanische storing aan ten grondslag ligt. Van den kanker toch kan moeilijk aangenomen worden, dat hij al de houtverbindingen tusschen hoofd- en zijwortels in drie à vier weken vernietigt, daar het houtgedeelte van den hoofdwortel, die door kanker is aangetast, nog zeer lang zijn stevigheid behoudt. Hierop kom ik nader terug in het hoofdstuk over de pathologische anatomie.

Wanneer wij de zieke plant overlangs doorsnijden, zien wij een beeld als in fig. 35 is weergegeven, in vergelijking met de gezonde plant van fig. 36. Men herkent hier den afgestorven en verdroogden hoofdwortel en, daarboven, een deel, dat wel afstervende, maar nog niet verdroogd is, en waarin, vooral door het hout heen, de donkere kleur zich een eindweegs in de richting van de vezels uitstrekt. Ook van de kankerplek, die van den bladbundel uitgaat en waarvan de oppervlakte niet in deze doorsnede voorkomt, zetten zich in het hout en aan den mergrand donkere strepen in lengterichting voort.

De twee zieke plekken — die, welke van den wortel uitgaat, en die, welke van den bladbundel uitgaat — staan niet met elkaar in verbinding. Door dwarsdoorsneden orienteeren wij ons verder over de voortzetting van de kankerplekken naar binnen toe. De bovenste doorsnede (fig. 37) toont de inzinking van de schors en de voortzetting van den kanker door de mergverbinding van den bladbundel naar het merg van den stam. Eenige concentrische kringen van verschillend donker gekleurd, aangetast weefsel, omsluiten elkander. In het houtgedeelte ziet men zeer donkere stipjes op een slechts weinig donker gekleurd fond. Fig. 39 geeft een doorsnede van het gedeelte van den wortel, dat aan de eene zijde reeds afgestorven is, maar aan de andere zijde nog leeft. Het hout is geheel bruin op doorsnede met donkerder stippen. Het is harder dan dat van gezonde stronken, zooals bij doorsnijden blijkt. Dit is bekend aan de boeren, het is een der symptomen van het vallen, volgens hen. Inderdaad is het niets anders dan wondhout, zooals zich dat bij mechanische beschadiging vormt. SLINGERLAND (39) zegt „Gardeners attribute much of the toughness and stringiness of turnips and radishes to the work of the maggots" (van de koolvlieg). Ook bij gezonde koolplanten vindt men na het uitplanten smalle strengen van wondhout, zooals fig. 36 doet zien. Hier gaan die donkere strengen uit van de plaatsen waar worteltjes zijn afgebroken bij het verplanten. Als de kanker van de schors in het hout doordringt, dan wordt dit niet alleen bruin, maar allengs verliest het zijn samenhang, het wordt vezelig. Fig. 38, een doorsnede tusschen die van 37 en 39 in beeld brengend, doet zien, dat

hier het hout nog bijna geheel gaaf is. Alleen in het centrum ziet men wondhout, als opstijgende voortzetting van het zooeven besprokene.

Een verschijnsel, dat bij deze ziekte optreedt, is de vorming van adventiefwortels uit de oudere bladsporen. Dit verschijnsel is niet kenmerkend voor deze ziekte alleen, want planten, die slechts door *Anthomyia* zijn aangetast, herstellen zich op dezelfde wijze. Heeft eenmaal de kanker op een plant vat gekregen, dan voedt zij zich wel door deze adventiefwortels, maar zij blijft toch kwijnen en langzaam dringt de kanker verder door.

Terwijl wij in het voorgaande twee vormen van infectie leerden kennen, geeft figuur 40 een voorstelling van inleiding van den kanker door *Baris*-larven. Deze plant was alleen door *Baris* aangetast, vele andere zijn zoowel door *Baris* als door *Anthomyia* beschadigd. *Baris* graaft zijn gangen in het merg van den stengel; *Anthomyia* in de schors en mergverbindingen van den wortel. Dikwijls graven zij zoover, dat hun gangen ineenloopen, maar somtijds zijn de wonden niet met elkaâr in samenhang. Om een denkbeeld te geven van de talrijkheid dezer beschadigingen, zij hier vermeld, dat ik op een veld met 528 planten, 108 z.g. vallers vond; 61 er van waren zoowel door *Anthomyia* als door *Baris* aangetast; 44 door *Anthomyia* alleen, en 3 door *Baris* alleen. Op een ander veld met ongeveer 800 planten, vond ik 80 vallers; 49 er van waren zoowel door de vlieg als door den kever beschadigd; 31 door de vlieg alleen. Op weer een ander veld met ongeveer 1000 planten, vond ik 13 vallers, 8 met beschadiging door *Anthomyia* èn *Baris*, 3 met beschadiging door *Anthomyia* alleen.

Men ziet in fig. 40 het gaatje boven een bladbundel, waar de kever het ei gelegd heeft, en van waar uit de larve zich verder in het merg heeft ingeboord. Op de inwendige adventiefwortels, die hier in beeld gebracht zijn, kom ik nader terug. Hier moet alleen geconstateerd worden, dat van dit gaatje uit, de kanker zich door de schors heeft uitgebreid. Ook in het hout zijn vezelige, en in het merg week wordende en inzinkende plekken aanwezig. Waar zij aan de holte grenzen, zijn zij door een laagje schimmel als door een dun vilt bedekt. Voor zoover het merg niet uitgevreten is, valt het ineen, en er ontstaan luchtholten in. Ook is dikwijls het merg, dat nog niet kankert, eenigszins ingedroogd, zoodat er horizontale barsten in ontstaan, die overgaan in lensvormige holten. De kanker had zich, bij de alleen door *Baris* beschadigde plant van fig. 40, van uit den bladbundel rondom in den stam verbreid. Boven de kankerplek maakte deze plant adventiefwortels, die ongeveer 1 d.M. boven den wortelhals zaten.

Nog zijn er eenige gevallen gevonden van planten, waar het hart uit-

gepikt was, of van draaiharten, waar het uit weg was gerot, en waarbij de onderste kropbladeren een kom vormden, waaruit het water niet weg kon loopen. Plaatsen van den stam, die langen tijd op die wijze met stagneerend water in aanraking geweest waren, vertoonden ten slotte ook kankerplekken, op welke de kleine pykniden te voorschijn kwamen.

Op de bewaarplaatsten doet zich de kanker voor, zooals RITZEMA BOS hem beschrijft (zie vorig hoofdstuk). Later breiden de plekken zich uit, groote holten vallen in het weefsel, en de binnenzijde dezer holten, soms ook een deel van het aan de buitenlucht grenzend weefsel, is met myceliumvilt bedekt. Van den stronk gaat de kanker over op de hoofdnerven, eerst van de buitenste kropbladeren, later ook op die van den stam. Zulke bladeren verwelken ten slotte en krijgen een vale, later gele kleur. Pykniden vormen zich overal op den rand van de kankerplekken.

Daar waar tusschen de bladeren van een kool of bij aanraking van verschillende koolen, de verdamping belemmerd wordt, treedt viltig mycelium uit de oppervlakte naar buiten en gaat van het eene blad op het andere over, of van de eene kool op de andere. In dit geval dringt het mycelium niet alleen door wonden binnen. Hierop kom ik, bij het bespreken van de wijze van infectie, nader terug. Kankerplekken, die zonder voorafgaande verwonding ontstaan, zijn eerst zeer klein en, op roode koolbladeren, zeer donkergroen, op bladeren van andere soorten donkerbruin. Later breiden zij zich uit, en het midden is dan vaalbruin, terwijl bij roode kool een smalle rand donkergroen blijft. Aan dezen rand vormen zich weer de pykniden.

Ook bij de bewaarkool zijn er wel eens uitwendige kenteekenen, die een aanwijzing geven, hoe de kanker daar komt. Sommige koolen waren reeds op het veld in lichten graad door de ziekte aangetast. De kanker ging van de holten der *Baris*larven uit, en met zeer kleine kankerplekjes in hout of merg kwam de kool op de bewaarplaats. Ook trof ik in December 1905 in de schuren koolen aan met holten in het merg, die leeg waren, maar die aan hun plaatsing deden vermoeden, dat zij van *Baris* afkomstig waren. De laatste generatie van de koolvlieg legt haar eieren ook op de koolen van de bewaarplaats. Op 16 December 1905 werden larven van de koolvlieg gevonden in koolen, die ongeveer een maand geleden in de schuur waren gebracht. Deze larven boorden in de hoofdnerven der bladeren, en van uit die plaatsen strekten zich kankerplekken uit in het weefsel. Later ontwikkelden zich op deze plekken ook de kleine pykniden.

Gewoonlijk komt echter de kanker eerst op de bewaarplaats in de koolen, zonder te worden ingeleid door insectenvreterij. In een schuur werd

omstreeks half November een partij van 288 koolen, van één akker afkomstig, binnengebracht; 231 waren van gezonde planten geoogst en 57 van planten, die, volgens den proefnemer, den Heer C. DE GEUS, in geringe mate aan het vallen leden, en die alle door *Baris* waren aangetast geweest. Bij het oogsten werd geconstateerd, dat bij deze 57 de kanker niet tot in de afgesneden kool was doorgedrongen. Op den 11den Januari 1906 hadden van de 231 koolen van gezonde planten, er 108 stuks kleine kankerplekjes gekregen; van de 57 van lijdende planten, waren er 26 van zulke plekjes voorzien. Die plekken breidden zich uit, bij de eene kool wat sneller, bij de andere wat langzamer, en overal zag men ten slotte de pykniden verschijnen.

Dus op de bewaarplaatsen kunnen koolen van volkomen gezonde planten evengoed kankerig worden als die van lijdende planten. Men kan de koolen, die nog nauwelijks waarneembare sporen van kanker vertoonen, herkennen daaraan, dat zij in de schuren veel minder en veel langzamer adventiefwortels op den bastring vormen dan gezonde.

Ten slotte komt de kanker ook voor bij koolplanten, die voor zaad worden opgekweekt. Men neemt hiervoor uitgezochte, afgesneden koolen, waarvan de adventiefwortels blijk geven flinke groeikracht te hebben. Toch vertoont zich aan de basis van bloemdragende takken van zulke planten dikwijls kanker. Voor zaadwinning gebruikt men bij voorkeur zeer vaste koolen, en men geeft er twee kruiswijze sneden bovenin, om het uitgroeien van de bloemstengels gemakkelijk te maken. De resten van de koolbladeren gaan langzamerhand in rotting over, en de levenskrachtige bloemstengel, die met deze rottende massa in aanraking is, krijgt wel eens kankerachtige plekken. Ook op zulke plekken heb ik de rose pykniden zich somtijds zien ontwikkelen. De boeren noemen het zaad van zulke stengels „kankerstronkenzaad" en hebben dit herhaaldelijk aan professor RITZEMA BOS gestuurd, om het op de aanwezigheid van ziektekiemen te laten onderzoeken. Die kwamen er nooit op voor, zooals RITZEMA BOS aantoonde (35).

# III. Waarnemingen te veld.

**Herkomst en verspreiding. — Tijd van optreden. — Invloed banen. — Nieuw en oud zaad. — Bemesting: slik, koolafval. — Anthomyia en Baris. — Aardvlooien. — Vatbare rassen. — Besmetting door zaad. — Kankerstronken.**

Het „vallen" heeft een veel minder scherp begrensd verspreidingsgebied dan de „knolhernia". Terwijl de laatste ziekte zich telken jare op dezelfde akkers vertoont en van daar uit zich langzaam verspreidt, komt het „vallen" het eene jaar op heel andere akkers voor dan het andere. Dientengevolge is het verspreidingsgebied van deze ziekte niet gedetailleerd in kaart te brengen. Niet in alle deelen van het Noord-Hollandsch kooldistrict is de ziekte bekend. Benaderd zijn op Plaat VIII in kaart gebracht de streken waar men in 1905 veel schade leed.

Volgens ingewonnen berichten van de koolbouwers is de ziekte in Oudkarspel het eerst opgetreden, en van 1894 af heeft zij er zich als zeer schadelijk doen kennen. Nu is men daar reeds zoo aan deze kwaal gewoon, dat men van de ziekte spreekt, om haar aan te duiden. Kort daarna deed zij haar intrede in Noord-Scharwoude, vooral in Utrechtsche roode, maar ook in Deensche witte en in bloemkool. Ook dateert van dien tijd het kankeren in de bewaarplaatsen, dat het eerst in Noord-Scharwoude werd waargenomen. Nu nog zijn het vooral de dorpen Oudkarspel en Noord-Scharwoude, waar het vallen en de kanker de meeste offers eischen. Ook in Warmenhuizen kan het vallen zeer erg zijn en werden in 1903 en 1904 akkers aangetroffen, waar twee derde van de kool wegviel. Overigens kan gezegd worden, dat waar late roode kool het hoofdproduct is, alhaar ook de ziekte vasten voet heeft gekregen: toen zijn mij in 1905 gevallen ervan bekend geworden in de polders Barghorn, Veldweg, Schagerwaard, Sloegaard, Spekkerspolder, Waarland en Ringpolder.

In den Wieringerwaard en den Anna Paulownapolder komt de ziekte slechts sporadisch voor in late roode en in Deensche witte kool. Uit Broek

op Langendijk en Grootebroek werden mij ook eenige gevallen van voorkomen in bloem- en reuzenbloemkool gemeld. Overigens moet de ziekte in 1905 minder hevig, dan in de twee voorafgaande jaren en nog minder vertoonde men ervan in 1906.

Hier en daar werd de kwaal buiten Noord-Holland waargenomen; zoo b.v. in 1905 bij Tiel. HASSELOOF en SPAULDING hebben vallers op verschillende plaatsen in Kemperland en Holstein gevonden (34). Terwijl echter overal waar kool geteeld wordt, *Xanthomyia* voorkomt, komt de kankerzwam op vele plaatsen niet voor. In Wageningen heb ik op de terreinen van het Instituut voor Phytopathologie, mijn eigen proefveld natuurlijk uitgezonderd, geen kankerpykniden kunnen vinden op kool, die ongeneeslijk door *Xanthomyia* beschadigd was.

Het is dikwijls gebeurd, dat men met de ziekte voor 't eerst kennis maakte bij jonge planten, uit het Noorden van den Geestmerambacht ingevoerd. Zoo is te St. Pancras het vallen getmoorteerd met planten van zaadbedden te Warmenhuizen, en de kanker met bewaarkool uit die gemeente. Ook is geheel in 't Zuiden van den Geestmerambacht, bij Hoornaard, en in den Heer Hugowaardpolder, de ziekte met jonge planten van den Langendijk, ingevoerd. Daarom geeft men er in deze streken de voorkeur aan, de planten zelf van zaad op te kweeken.

Meestal wordt de ziekte reeds op de banen opgemerkt. Dit blijkt vooral daaruit, dat de „vallers" in dwarse rijen op 't veld staan, overeenkomstig met den weg, dien men bij het uitplanten volgt. In Koedijk was b.v. een akker bezet met 30000 planten. Slechts twee dwarse rijen, elk van 30 planten hadden de ziekte, terwijl de andere er vrij van waren.

Te Avenhorn trad in 1905, op een plantenbaan, waarop nog nooit kool gestaan had, het „vallen" in sterke mate op in roode koolplanten. De van deze baan afkomstige planten werden in vier verschillende polders uitgeplant en kregen overal de ziekte. Daarentegen waren planten, van andere zaadbedden afkomstig, en ongeveer gelijktijdig uitgepoot, op al die verschillende plaatsen vrij gebleven van de kwaal (mededeeling van den Heer J. G. HOEDEMAKER).

Op de banen kan men echter meestal de ziekte nog niet waarnemen. Zij vertoont zich dan, een week of drie na het uitplanten, pas duidelijk op de velden.

Het aantal zieke planten neemt tot aan den oogstrijd geraadig toe. Nu is het incubatietijdperk wel lang, maar ook kan men niet aannemen, dat alle vallers het reeds op de banen hebben te pakken gekregen. Hier volgen twee voorbeelden, waaruit dit blijkt. Op een veld te Zuid-Scharwoude, dat rond

Juni met 3854 late roode koolplanten was beplant, werden op 2 Augustus 85 vallers gevonden, op 25 Augustus waren er 108 nieuwe vallers bijgekomen, op 26 September nog 122, en op 4 November nog 70.

Op een veld te Noord-Scharwoude, dat eind Juni met 400 dito planten was beplant, werden op 2 Augustus 7 vallers gevonden, op 2 Augustus nog 16, op 25 Augustus nog 14, en op 6 September nog 9.

De beoordeeling van wat vallers waren, geschiedde hier door de practici S. Zeeman en C. de Geus naar de bovengrondsche symptomen, terwijl ik hen controleerde door de uitgetrokken planten nauwkeuriger te beschouwen.

Bij de inspectie in Augustus kon duidelijk worden opgemerkt, dat de vallers op dwarse rijen stonden. Dit was niet meer het geval met de nieuw bijgekomene in de volgende maanden, waaruit men kan besluiten, dat de incubatietijd ongeveer twee maanden duurt.

Het zijn vooral banen in het Noorden van den Langendijk, die in de luwte van de huizen liggen, waar het kwaad van uitgaat. Deze plekken worden veel voor banen gekozen, omdat daar lichte zavelgrond is, die voor zaaibedden gemakkelijk is te bewerken. Nu is meermalen opgemerkt, dat juist banen, die eenigszins beschut liggen, de teêrste planten opleveren. Deze zijn gewoonlijk iets meer in de lengte gegroeid, en hebben een iets dunnere cuticula, dan die, welke verder naar het Westen zijn gekiemd, waar wind en zon vrijen toegang hebben. Zulke sterk in de lengte gegroeide planten blijven na het uitplanten veel langer slap hangen dan korte exemplaren; de tijd van vatbaarheid voor de aantasting door de kankerzwam duurt langer.

De banen dicht bij de huizen worden ook het meest bezocht door de schadelijke *Anthomyia* en *Baris*soorten. Van den eersten aanval van deze insecten op de planten is gewoonlijk weinig te bespeuren. De eieren, door *Anthomyia* aan den wortelhals gelegd, zijn slechts voor een eenigszins geoefend persoon waarneembaar en de *Baris*gangen kunnen alleen gevoeld worden door in de planten te knijpen. Veel grond gaat bij het verplanten mee, en met dezen de op de banen voorkomende kankerzwam. Bovendien onttrekt deze grond eventueel aanwezige vliegmaden aan de waarneming.

De vroege koolsoorten, die hun jeugd grootendeels onder glas hebben doorgebracht, vallen nooit. Ook dit geeft ons een vingerwijzing over de rol door insecten gespeeld. Deze planten zijn al een heel eind heen als de genoemde insectensoorten ze aanvallen en eventueel met de kankerzwam infecteeren; het incubatietijdperk van den kanker is zoo lang, dat de ziekte zich hier niet openbaart voor den oogsttijd.

Te St. Pancras heeft men bij roode bewaarkool ondervonden, dat een

kort verblijf op de banen, de planten grootendeels vrijwaart van het vallen. In Noord-Scharwoude zeggen alle praktici, dat het nemen van oud zaad om dezelfde reden de voorkeur verdient. In zekeren zin is het nemen van oud zaad gelijk te stellen met een kort verblijf op de banen, want het kiemt 8 of 9 dagen later dan nieuw zaad, terwijl de koolplantjes van oud zaad afkomstig toch niet later worden uitgepoot dan de andere. Ofschoon de meeningen over deze quaestie nog uiteenloopen, is het plausibel, dat een kort verblijf op de banen, waar de planten aan zooveel schadelijke invloeden blootstaan, gewenscht is. Het is alleen jammer, dat men dit principe zoo moeilijk aan de ziektebestrijding kan dienstbaar maken. Laat gezaaide planten toch, gaan door aardvlooien dikwijls geheel te gronde na zachte winters en bij schraal en droog weer in April en Mei, terwijl de vroeger gezaaide in dien tijd reeds dit gevaarlijk stadium te boven zijn. En vroeg verplanten is ongewenscht, omdat men er ook den oogsttijd mee vervroegt, wat, met het oog op 't bewaren, niet mag.

Het overvloedig mesten van de zaaibedden doet de planten sneller in de hoogte groeien en maakt ze meer gevoelig voor de ziekte. Sommige boeren gaan zelfs zoover, te zeggen, dat de een weinig door aardvlooien aangevreten planten, die klein en schraal zijn gebleven, de beste koolen vormen. Hierbij moet opgemerkt worden, dat deze vreterij van aardvlooien van heel anderen aard is, dan die van de boorsnuittor en de koolvlieg. De aardvlooien toch vreten zeer jonge plantjes dikwijls heelemaal op. Van de blaadjes der iets verder gevorderde planten, vreten zij zooveel, dat zij er toe bijdragen om ze klein te houden.

Er wordt veel tegenstrijdigs gezegd over den invloed van bemesting met „slik" op het optreden van de ziekte, en dat kan ook niet anders, wanneer men niet precies weet, wat met „slik" bedoeld wordt. Het goede slik moet men midden in den Geestmerambacht, ver van de huizen zoeken. Dit is een uitstekende mest, wanneer er nog een weinig stikstofhoudende mest aan wordt toegevoegd (2). Maar vooral werkt het slik zoo gunstig, omdat het de physische gesteldheid van den grond verbetert; daardoor wordt het mogelijk, dat zooveel jaren achtereen kool op dezelfde akkers kan geteeld worden. Dit goede slik bestaat uit een mengsel van anorganische en organische stoffen. De anorganische zijn zeer fijne kleideeltjes, door het van de akkers afloopende water in de slooten gespoeld, en door vorst uit den bodem der slooten losgemaakt. De organische stof wordt gevormd door wieren, die vooral in de warme voorjaarsdagen groeien; de boeren zeggen dan „het slik groeit". Op de gunstige werking van het slik ter bestrijding van knolvoet

wees ik reeds. Evenwel is niet alle slik van deze goede kwaliteit. Men werpt een groot deel van de zieke koolen en verdere plantenresten in de slooten. In de nabijheid van huizen hoopt zich dergelijke plantenafval in de slooten op; hierin bevinden zich, behalve rottingsbakteriën, ook de parasitische en halfparasitische fungi van de kool. Of deze, na eenig verblijf in het water, blijven leven, is mij niet bekend. Onderzoekingen over het lot van in den grond begraven parasitische fungi zijn onlangs door ADERHOLD (42) verricht, en hebben aan het licht gebracht, dat zij (*Rhytisma-*, *Melampsora-*, *Fusicladium-*, *Nectria-*, *Puccinia-* en *Uromyces*-species) door begraven gedurende den winter van de plantendeelen, waarop zij voorkomen, niet vernietigd worden, integendeel, dat zij zich verder ontwikkelen en nieuwe vruchtlichamen en sporen maken. Ook in de, in het water geworpen koolafval, zouden zich de schadelijke fungi verder kunnen ontwikkelen, en zij zouden dus bij het „slikken" weer op 't land gebracht kunnen worden. In elk geval kunnen de half parasitische en de saprophytische fungi zich uitstekend vermenigvuldigen op de koolresten, die op het land zijn blijven liggen, en die, welke er bij het slikken zeer plaatselijk weer op zijn gebracht.

Hieruit is mijns inziens te verklaren, waarom het mesten van de banen met slik plaatselijk zoo geheel verschillend werken kan. Vooral in de buurt van de huizen en koolschuren, waar bij de inspectie van de bewaarkool telkens groote hoeveelheden, door zwammen en bacteriën aangetaste bladeren worden weggeworpen, gaat een slechte invloed van de slikbemesting uit.

Maar er is meer, dat de banen in de buurt van de huizen tot broeiplaatsen van ongerechtigheid maakt. De poppen van de koolvlieg heb ik in grooten getale gevonden in de koolschuren; de larven van de laatste generatie worden met de koolen naar de schuren gebracht; zij leven daar nog eenigen tijd in koolen en koolafval, alvorens zich in den grond, op beschutte plaatsen, in composthoopen, enz. te verpoppen. Het is duidelijk, dat hierdoor, vooral in de buurt van de huizen, een groot aantal koolvliegen in het volgend voorjaar vrij komt.

Behalve de koolvlieg doet ook de boorsnuittor zeer veel schade op de plantenbanen. De beschadiging door dit insect teweeggebracht, wordt weinig opgemerkt. Bij duidelijk waarneembaren slechten stand der jonge planten vond ik, dat zij dikwijls door de boorsnuittor waren aangetast. Het is begrijpelijk, dat dit insect ook bij voorkeur de teêrste planten op de banen zal aantasten. Dat het den kanker overbrengt, bleek reeds in het vorige hoofdstuk.

Behalve de reeds genoemde insecten, heb ik op de banen, en later ook op de velden, nog gevonden larven van *Phytomyza ruficornis*, borend in

de hoofdnerven; ritnaalden en millioenpooten, die aan de wortels vreten; aardvlooien, rupsen van *Plutella cruciferarum*, die gaatjes in de bladeren vreten, en *Contarinia torquens*, het galmuglarfje van de draaiharten. Al deze insecten komen in den geheelen Geestmerambacht voor, maar van *Anthomyia* vooral heb ik kunnen waarnemen, dat zij het talrijkst is op sommige banen, bij de huizen.

Proeven door RITZEMA BOS in 1904 genomen, bewezen, dat koolstronken een uitstekende bemesting vormen. Of nu het gebruik van koolstronken als mest moet worden afgeraden, omdat er besmetting van kan uitgaan? — Dit is zeker, wanneer men de stronken verbrandt, is men eventueel daarin overwinterende insecten en fungi kwijt. Wanneer men evenwel de stronken als mest gebruikt op akkers, die vanaf den oogsttijd in het najaar tot in 't eind van Juni braak liggen, zooals dat in het Oudkarspelsche gebied meestal het geval is, dan vinden in 't voorjaar uitkomende insecten er geen voedsel, terwijl het lange incubatietijdperk van den kanker maakt, dat *Phoma*besmetting van deze stronken uitgaande, niet de meest gevoelige verliezen doet lijden. Intusschen, de boeren zien geen kwaad in deze bemestingswijze, terwijl zij direct verbranden na den oogst onuitvoerbaar achten. Lang voortgezette proeven alleen kunnen uitmaken of het vóór, dan wel het tegen van hun methode overweegt.

Op de vraag welke koolsoorten het meest aan het vallen onderhevig zijn, moet geantwoord worden: alleen de roode bewaarkool zeer sterk, alle andere soorten, ook spruitkool, minder; gele kool zoo goed als niet. Deze heeft een zeer sterken stam en een zeer zwaar ontwikkeld wortelsysteem. Zij wordt ook aangetast door de koolvlieg en door de boorsnuittor. Zij herstelt zich echter zeer gemakkelijk. Bij gele kool heb ik nooit *Phoma* gevonden. Omdat de gele kool zoo goed bestand is tegen de ziekte, zet men haar op plaatsen, waar roode kool is weggevallen; hier ontwikkelt de gele zich nog zeer goed.

De roode kool is een nadere beschouwing waard. Zij wordt veelal Utrechtsche kool genoemd en schijnt af te stammen van de oude, z.g. Utrechtsche variëteit. Hiervan hebben de boeren weer verschillende rassen geteeld. Aan den Langendijk winnen zij zelf hun zaad en passen daarbij een selectie in bepaalde richtingen toe. Sommige planten bleken vroeg tot het vormen van een krop over te gaan. Door deze voor zaadwinning uit te kiezen, kreeg men vroege soorten. Andere maken eerst een groot aantal losse bladeren en gaan pas laat tot kropvorming over. Hieruit verkreeg men door selectie late rassen. Uit de late rassen, die vooral in eere zijn aan den Langendijk,

legt de een zich toe op het verkrijgen van een platten vorm, de ander let op hooge, spitse vormen, een derde op donkerrood, en een vierde op stevigheid en grove nerven (2). Het best acht men die koolen voor het overwinteren geschikt, die een zoo groot mogelijk aantal hoofdnerven aan de onderzijde vertoonen en die door een zoo klein mogelijk aantal sluitbladeren, dus door niet meer dan twee, zijn omgeven. Zij moeten goed vast zijn, maar niet al te hard, want dan zijn zij zeer vatbaar voor barsten. — Het is nu juist in vele van deze veredelde rassen, dat het vallen het sterkst optreedt. Vooral Oudkarspel en Noord-Scharwoude, waar men zich op het kweeken van deze rassen toelegt, en het langst toegelegd heeft, zijn het eerst door de ziekte bezocht. Uit de afgesneden koolen zoekt men bij het inspecteeren op de bewaarplaatsen, de beste uit en zet ze op vochtigen grond. Zij gaan dan wortels vormen. Men kan op deze wijze zijn keuze beter vaststellen, dan wanneer men daartoe niet afgesneden koolen neemt. Maar de afgesnedene brengen minder en zwakker bloemtakken voort, dan de niet afgesnedene, en de vastheid, die voor de kool een deugd was, is voor het zaadwinnen een nadeelige eigenschap, want slechts de zwakkere zijknoppen loopen uit en brengen zaad voort. Hieraan schrijven velen het toe, dat de zeer veredelde soorten het meest vatbaar zijn voor de ziekte.

Duidelijke voorbeelden van de vatbaarheid van bepaalde rassen werden in 1905 te St. Pancras in reuzenbloemkool opgemerkt. Uit Italië had men zes soorten reuzenbloemkoolzaad voor proefnemingen ontvangen. Het werd uitgezaaid op land, dat tot nog toe vrij was geweest van vallers. Van de kiemplanten werden door zes verschillende boeren 25 tot 50 stuks van elke soort geplant. Vier soorten werden bij al deze boeren „vallers", maar twee soorten bleven bij allen gezond.

Ik ben tot de overtuiging gekomen, dat die vatbare rassen tegen alle schadelijke invloeden weinig weerstand hebben; het zijn *zwakke* rassen. Ook tegen aantasting van de koolvlieg alleen, en tegen knolvoet, zijn *zij* het minst bestand.

Gele of Savoye kool is een sterke soort, die, om zoo te zeggen, overal tegen kan. Zij heeft zulk een sterk ontwikkeld wortelstelsel, dat zij nauwelijks lijdt onder den aanval van een vrij aanzienlijk aantal vliegmaden. Perioden van zwakte, in welke *Phoma* er het meest vat op zou hebben, komen bij deze soort weinig voor.

Het feit, dat de ziekte bepaalde rassen van kool vooral zeer sterk teistert, is reden, dat de boeren zeggen: „het zit in 't zaad". Zij bedoelen hiermede echter niet, dat de besmetting door het zaad zou worden overgebracht. Behalve dat onze proeven hebben doen zien, dat dit niet het geval

is, zijn er ook ervaringen van de practici, die dit tegenspreken. Van dezelfde zaadmoeders krijgt men op de eene haan vallers, op de andere haan niet, of twee jaar wel, het andere een meestal een later jaar, want dan is 't ook geen vallers. En terwijl de uiebe wel met planten is overgebracht naar het Zuiden van den Geestmerambacht en naar den Heer Hugowaardpolder, zijn er geen gevallen bekend, dat zij met zaad daarheen is getransporteerd.

Ten slotte rest ons nog de ervaringen van de practici mee te deelen over het opruimen van kanker op de bewaarplaatsen. Wanneer daar eenmaal de kanker zich in een kool heeft vertoond, snijdt men de zwarte plekken uit. Vervolgens legt men de aangetaste kool zoo diep mogelijk, want de diepstliggende koolen zijn het minst onderhevig aan wisseling van temperatuur en vochtigheid. Zij hebben ook het minst last van rotten. Dat de onderste koolen onder de meest gelijkmatige, uitwendige omstandigheden verkeeren is gemakkelijk in te zien. De koolen, die in een schuur bewaard worden, zijn, als 't koud en vriezend weer is, warmer dan de omgevende lucht en staan daaraan water af. Als het zacht weer is, zijn zij kouder dan de omgevende lucht, vooral de bovenste en buitenste, waarop dus waterdamp zich condenseert. Vandaar, dat de landbouwers de koolen in de schuur hun beste weerglas noemen.

Het kankeren breidt zich vooral uit bij de buitenste koolen en bij zacht winterweer. Het meest is er aan onderhevig de roode bewaarkool, in mindere mate de Deensche witte; de gele bewaarkool blijft er nagenoeg vrij van. In dezelfde volgorde neemt het vermogen om adventiefwortels te vormen toe, wat betreft kracht en aantal dezer organen.

# IV. De insecten.

## De koolvlieg. — De boorsnuitkever. — De mineervlieg der bladnerven. — Aardvlooien.

De mensch verwondt de koolplant somtijds bij het schoffelen; waterratten vreten dikwijls de wortels aan; slakken, ritnaalden en millioenpooten beschadigen haar, maar meer dan deze zijn de in het opschrift genoemde insectensoorten voor bloem- en sluitkool van belang. Ofschoon ook aan verwante gewassen schadelijk, zijn zij vooral op kool verzot; van de gangen, die zij graven en die dikwijls samenvloeien, gaat de besmetting met *Phoma oleracea* meestentijds uit. Nadere bijzonderheden over die gangen vindt men in het zesde hoofdstuk; hier wordt alleen de levenswijze behandeld, in hoofdzaak ontleend aan de literatuur, hier en daar aangevuld door eigen waarnemingen.

Een groot aantal larven van de koolvlieg werd door mij verzameld op verschillende tijden en plaatsen in Noord-Holland. Van elke partij werd een deel ter hand gesteld aan Dr. DE MEYERE, die zoo welwillend was ze te determineeren. Er waren twee soorten volgens hem. De meeste, o.a. ook die, welke ik in larve- en popvorm in de bewaarkool had gevonden, behoorden tot *Anthomyia (Chortophila) brassicae* BOUCHÉ (= *floralis auct.*). Dr. DE MEYERE had van deze soort in zijn collectie exemplaren, indertijd door Dr. WTTWAALL uit witte kool van Rijnsaterwoude opgekweekt. In de naamlijst van Nederlandsche diptera (47) wordt bij *A. floralis* nog opgegeven: „uit koolrapen (v. VOLLENHOVEN); voorts, uit zomerknollen en koolrapen (WTTWAALL).

De andere soort, die in slechts weinig exemplaren door mij verzameld was, werd door DE MEYERE herkend als *Anthomyia (Chortophila) cilicrura* ROND. (= *platura* MEIZ. p. p.) Laatstgenoemde soort kweekte DE MEYERE ook uit koolstronken van Schagen, die hij in 1901 van professor RITZEMA BOS ontving, en RITZEMA BOS kweekte ze in 1906 uit kiemplanten van

bruine boonen uit Vierpolders, in de zaadlobben en stengels waarvan de larven vraten.

Slingerland (39) stelde in zijn verhandeling over „The Cabbage Root Maggot" de meeste bijzonderheden over de koolvlieg te boek. Hij geeft als voedsterplanten van *Anthomyia brassicae* (volgens hem identiek met *floralis)* op: kool, turnip, rutabaga, radijs, *Mathiola* en de onkruiden *Barbarea vulgaris* en *Sisymbrium officinalis*. Ook hij vond, vermengd met deze soort, *Anthomyia cilicrura*, waarvan de larven een ruimer keuze van voedsel hebben, en wel kool, radijs, *Sisymbrium officinalis*, uien, boonen, kiemplanten van granen en . . . sprinkhaneneieren. In den herfst van 1876 bleek n.l., dat deze insecten ongeveer 10 percent van de sprinkhaneneieren in Missouri, Kansas en Nebraska verwoestten, en ook duizende eieren in de staten Minnesota, Iowa, Colorado en Texas uitzogen. Dit is een merkwaardig geval van een insect, dat zoowel dierlijk als plantaardig voedsel eet, en tegelijk nuttig en schadelijk kan zijn.

Vóór Slingerland was het vooral Taschenberg (46), die als autoriteit omtrent de levenswijze van de koolvlieg werd geraadpleegd. Wij lezen daar, dat het insect zoowel in den vorm van imago als van pop overwintert, dat vroeg in het voorjaar het wijfje hare eieren in kleinere of grootere partijen zoo diep mogelijk aan den stengel legt, en dat de eieren in ongeveer tien dagen uitkomen. De larven boren zich onder in den stengel in, en maken gangen, dicht onder de oppervlakte van stengelbasis en wortel. Zij leven gezellig bijeen. De plaatsen, waar zij zich ophouden, gaan weldra in rotting over en jonge koolplanten verraden door matte loodkleur en verwelken der bladeren, den in den wortel levenden vijand. De volwassen larven veranderen in roodbruine poppen, in hun gang of in den grond. Daar acht weken voor de ontwikkeling van ei tot volwassen insect noodig zijn, komen minstens drie generaties per jaar voor.

Veel meer bijzonderheden omtrent de levenswijze van het insect geeft Slingerland. Hij vermeldt, dat de vliegen in 1894, op Long Island, einde April en begin Mei verschenen. De wijfjes loopen eenigen tijd over den grond, om een barst in de aarde te vinden en de eieren zoo dicht mogelijk bij den koolstam te kunnen leggen. Zoo zij geen barst in den grond vinden, kruipen zij zoo dicht mogelijk bij het koolstammetje en schuiven de eieren met de legbuis naar beneden. Er worden meestal één tot twintig eieren aan één plant gelegd. Maar ook is waargenomen, dat er wel 300 larven in één enkele koolplant aan het werk waren. Het normale aantal eieren, door een wijfje voortgebracht, bepaalde Slingerland op 55. Wanneer er

slechts weinig (10—20) eieren aan één plant gelegd worden, zooals ik dat meestal waarnam aan den Langendijk, bewegen zich de wijfjes dus van de eene plant naar de andere. Voor een groot aantal moeten meerdere vliegen aan één plant hun bijdrage leveren. SLINGERLAND is de eenige schrijver, die een afbeelding van de eieren geeft. Op de terreinen van het Instituut voor Phytopathologie te Wageningen vond ik de langwerpige eitjes ten getale van 3 tot 29 op den stengelbasis in de laatste weken van Juni 1906. Bij het uittrekken van de planten bleven zij voor een deel aan den bodem zitten, voor een ander deel gingen zij met de plant mee. Zij komen, volgens een waarnemer op Long Island, in vier tot tien dagen uit. Wanneer slechts weinig larven aan een plant voorkomen, zitten zij alle in gangen in den wortel. Zijn er een groot aantal, dan vinden zij daar alle geen plaats, sommige steken er half uit, maar de meeste liggen buiten den wortel en voeden zich met het sap dat hen als een slijmachtig vocht omgeeft. Drie tot vier weken brengt het insect in den larvetoestand door. Bij het verpoppen verwijderen de maden zich eenige centimeters van den wortel, maar ook blijven zij wel in de gangen zitten. Ik heb in den zomer van 1905 gevonden, dat van 19 binnenshuis opgekweekte larven, er twee 15 dagen in den popvorm doorbrachten, acht 17 dagen, vijf 18 dagen, drie 19 dagen en één 20 dagen. SLINGERLAND, die hierover veel uitvoeriger proeven heeft genomen, vond, dat de meeste, in Juni gevormde poppen plus minus 20 dagen in dien toestand verbleven, slechts enkele ongeveer 15 dagen, maar een vrij belangrijk aantal 2 maanden, sommige 3 maanden, en zeer enkele $3^1/_2$ maand.

Het is van groot belang het aantal generaties te kennen. De berekening van TASCHENBERG schijnt op den ontwikkelingstijd der eerste generatie gegrond. SLINGERLAND vond, dat de eerste vliegen in eind April en begin Mei hun eieren leggen, en dat in Mei de eerste schade door de larve wordt aangebracht. Aan den Langendijk heeft men in 1905, zoover ik kon nagaan, het eerst de „maadjers" gevonden op 21 Mei. Op 7 Juni waren zij zeer talrijk en begonnen zij in den popvorm over te gaan. In het midden van de maand Juli waren zij wederom zeer talrijk. Dit was de tweede generatie. SLINGERLAND's kennis van de derde generatie is zeer gering. Volgens hem is het de algemeene opinie van de tuinbouwers op Long Island, dat men dan weinig schade meer van de koolvlieg ondervindt. In Augustus worden daar de vroege oogsten van kool, bloemkool, radijs en turnips binnengehaald en de latere cultuur van deze gewassen is er zeer onbelangrijk. Vele andere schrijvers vonden de larven nog tot in November. SLINGERLAND meent, dat wat na 1 Augustus voorkomt, laat ontwikkelde larven van de eerste twee

generaties zijn. Aan den Langendijk heb ik in 1905 evenwel talrijke larven in herfst- en winterkool gevonden, op 2 Augustus, 12 Augustus, 25 Augustus, 6 September, 26 September, 16 October en 4 November. Tevens vond ik op al die data poppen. Op 20 December vond ik larven, vretende in den stronk en den basis der dikke bladnerven op de bewaarplaatsen, en poppen tusschen de koolen op de bewaarplaatsen. De waarneming, dat de larven ook in volwassen koolkroppen boren, is niet nieuw. RILEY heeft in 1878 gevonden, dat de larven ook in de dikke hoofdnerven van koolbladeren vreten, en FLETSCHER in 1891, dat zij vreten in de hoofdnerven en den krop van koolen in bewaarplaatsen (54). Ongetwijfeld zijn er dus na de twee eerste, nog meerdere, niet scherp onderscheiden generaties.

Wat de overwintering betreft: de poppen zijn 's winters in vrij groot aantal in de koolschuren te vinden. Overwinterende vliegen heb ik niet gevonden. Volgens BOUCHÉ (1834) en latere schrijvers, moeten ook de vliegen overwinteren.

SLINGERLAND wijdt een hoofdstuk aan de natuurlijke vijanden van de koolvlieg. Ik heb hierover geen waarnemingen gedaan.

Van den algemeen erkenden invloed van het gebruik van verschen stalmest op het optreden van *Anthomyia*, waren voorbeelden te zien op nieuw koolland bij St. Pancras, waar stalmest was gebruikt. Misschien werkt de reuk van den mest aanlokkend op de vliegen; zeker is, dat stalmest den zwaren kleigrond meer poreus maakt, zoodat de vliegen er gemakkelijker hun eieren in kunnen leggen. Dierlijke mest wordt, bij gebrek aan vee, overigens aan den Langendijk niet gebruikt; wel worden koolbladeren gecomposteerd, en waar dat geschied is, meestal dicht bij de huizen, heeft men in latere beplanting het meest last van de „maadjers".

De *boorsnuittor*larven heb ik in 1905, tot eind Juni, herhaaldelijk in uitgeholde koolstengels gevonden. Het is mij niet gelukt hieruit kevers op te kweeken, en ook heb ik, na Juli, in de boorholten der planten van het kooldistrict nòch larven, nòch poppen of kevers meer gevonden, zoodat ik de soort niet kan opgeven. Op verschillende plaatsen in Noord-Holland heb ik larven gevonden, overeenkomstig aan die uit de kool, in wildgroeiende *Crucifeeren: Capsella Bursa Pastoris*, *Brassica nigra* en *Sinapis arvensis*. In de tweede helft van Augustus vond ik larven, poppen en kevers in koolplanten bij Maastricht, en wel van de soort *Baris chlorizans* GERM. Deze planten waren klaarblijkelijk veel later aangetast dan de kool in Noord-Holland.

het geslacht *Baris* derelfde is, vermeldt Taschenberg (l.c.) dat de kevers

welken toestand zij 14 dagen verblijven. Somtijds blijft de kever in zijn holte; meermalen echter komt hij te voorschijn, om tegen den winter weg te kruipen.

Dit laatste is in de Noord-Hollandsche kool in 1905 ook zeker het geval geweest, daar ik de kevers nooit in de uitgeholde stronken aantrof. Tot Juli vond ik de larven erin; sedert had ik een paar weken geen gelegenheid de velden te bezoeken, en in de tweede helft van Juli waren de gangen overal leeg 't. In Noord-Holland noemt men deze larve „kopmaadjer", in tegenstelling met *de* „maadjer", de larve van *Anthomyia*, die zich niet in den „kop", maar aan het ondereind van de plant inboort.

Men kan de, door de boorsnuitor aangetaste planten, op 't gevoel kennen.

Deze vreterij kwam in 1905, en komt in de meeste jaren, zeer veel voor.

*Phytomyza ruficornis* (gedetermineerd door DE MEIJERE) heb ik uit mineergangen in de grootere nerven van koolbladeren van den Langendijk kunnen kweeken. Door BRISCHKE (47) is deze soort gekweekt uit mineergangen in de bladeren van *Cochlearia Armoracea*. De larve van *Phytomyza ruficornis* verlaat haar gang in den zomer en verpopt zich, op het blad zittend, of nadat zij zich op den grond heeft laten vallen. De gangen van deze vlieg liggen zeer dikwijls in het verlengde van die van den boorsnuitkever.

*Aardvlooien*, voor ons van belang, zijn in hoofdzaak *Haltica oleracea* L.

worden. De kevertjes van de laatste soort (de levenswijze van dit insect is besproken door H. L. Krijn, 1901) brengen den winter door in verschillenden toestand onder den schors van boomen, onder bladhoopen, in de barsten van oud hout, in oude hagen en stoppels. Eén warme dag in Januari of Februari is voldoende om ze uit hun schuilplaatsen te lokken, en maakt hen dan reeds even actief als de zomerzon. Rustende aardvlooien werden door mij gevonden in April 1905, in stronken van Broccolie-bloemkool te Noord-Scharwoude. De kevertjes tasten vooral kiemplanten aan, waarvan al wat boven den grond uitsteekt van hun gading is. In schrale, droge voorjaren komt het voor, dat beele banen worden kaalgevreten. Is het weer minder ongunstig, en zijn de plantjes wat grooter bij den eersten aanval van het insect, dan groeien zij er dikwijls doorheen. De latere generaties (er komen er twee of drie per jaar voor) doen minder schade, maar toch maken zij wondjes aan de oppervlakte van den stengel, wondjes als in fig. 32, door welke bij planten met een reeds beschadigd wortelstelsel, de kanker kan binnendringen.

# V. Phoma oleracea.

**Geen andere organismen in kankerplekken? — Morphologie. — Reinculturen. — Infectie van „rijpe" kool. — Infectieproeven met kiemplanten; met „baanrijpe" planten; zonder wond; met wond. — Herhalingsproef. — Transport: actief of passief? door grond, atmosfeer, insecten, kool of zaad? — Verspreidingsgebied. — Pathogeen voor andere gewassen?**

Als ik tot dusverre sprak van „de kankerzwam", bedoelde ik steeds *Phoma oleracea* SACCARDO.

Meermalen had ik opgemerkt, dat andere organismen zich in oude kankerplekken ontwikkelen: bacteriën, *Fusarium Brassicae* THUEMEN, *Botrytis vulgaris* FRIES en tal van andere zwammen van saprophyten aard. Het scheen mij derhalve noodig om uit te maken, of *Phoma oleracea* altijd eerder en verder in de weefsels doordringt, dan die andere endophyte plantaardige organismen. Een groot aantal planten werd te dien einde onderzocht, daar waar ziek en gezond weefsel elkaar begrenst, en steriel uitgesneden stukjes van die plaatsen werden op kunstmatige voedingsbodems gebracht. Ik vond, dat alleen een gesepteerd mycelium tot zoover doordrong, een mycelium dat zich steeds bij verdere ontwikkeling deed kennen als *Phoma oleracea*. Al de andere myceten blijven derhalve buiten beschouwing.

Deze zwam wordt door RITZEMA BOS in zijn meergenoemde publicaties aldus beschreven: het mycelium groeit dwars door de celwanden heen; de myceeldraden zijn gesepteerd, bevatten zeer lichtbrekende droppels in het protoplasma, zij zijn van verschillende dikte, 5 mikron, en veel dunner;

de vruchtlichamen, aanvankelijk lichtrood, later bruin, hebben een pseudo-parenchymatischen wand, springen met een behaarden porus open; korte, dunne dragers snoeren conidiën af, die, door slijm verbonden, als draad uitschuiven; de breedte van de pyknide is 0.20 tot 0.35 mM., de hoogte het $^2/_5$ gedeelte daarvan; zij liggen onder de oppervlakte en doorboren die met den top; de conidiën zijn ééncellig, ovaal, aan beide uiteinden afgestompt, iets ingesnoerd in 't midden, hyalin, met twee lichtbrekende droppels, de lengte is 5 tot 5,5 mikron, de dikte 2 tot 2.28 mikron. Dan gaat Ritzema Bos de vijf *Phoma*soorten, door zijn voorgangers op koolstengels en wortels gevonden, na, aan de hand van Allescher (38), en bevindt, dat de beschrijving van *Phoma oleracea* Saccardo volkomen voor de kankerzwam past.

Delacroix (36) had reeds vroeger op mergkool in de Vendée een zwam gevonden, die zich alleen in dit opzicht van de hierboven beschrevene onderscheidde, dat de conidiën 3 tot 4 mikron lang, 1,5 tot 2 mikron breed, en niet van lichtbrekende droppeltjes voorzien waren; voorwaar een zeer onbelangrijk verschil. Allescher zet dan ook deze laatste, die door Delacroix *Phoma Brassicae* genoemd was, als synoniem bij *Phoma oleracea* Saccardo.

In 1905 en 1906 heb ik de zwam zoo herhaaldelijk op zieke koolplanten gevonden en bestudeerd, dat ik nog iets aan de beschrijving kan toevoegen, het verschil tusschen Delacroix en Ritzema Bos overbruggend: Aanvankelijk zijn de pykniden bolrond, later afgeplat; slechts zelden bereikt de breedte $^5/_2$ van de hoogte; soms, als er twee dicht tegen elkaar aanliggen, zijn zij tangentiaal afgeplat; de wand is eerst kleurloos, dan schijnen de rose sporen er door heen; later wordt de wand bruin en bijkans ondoorschijnend; de conidiëndragers verslijmen, vandaar dat zij in de rijpe pykniden moeilijk of niet te herkennen zijn; wanneer eenmaal een conidiën-massa is uitgedreven, gaat de pyknide nog voort met het vormen van sporen; als ook deze zijn uitgedreven, is het heele inwendig gedeelte van den vruchtwand verslijmd, en blijven alleen de buitenste, bruine en harde lagen over; de lengte der conidiën bedraagt van 2,8 tot 4,9 mikron; de dikte van 1,6 tot 2 mikron; wanneer zij langeren tijd in water of voedingsvloeistoffen liggen, zwellen zij op; kort voor de kieming zijn zij nog belangrijk grooter en bijna bolrond; de twee lichtbrekende droppeltjes in de conidiën zijn niet altijd zeer duidelijk. (Figuur 40 is, na voorafgaande studie van een groot aantal microtoomcoupes, geteekend). De vruchtlichamen ontwikkelen zich alleen op geheel afgestorven weefsel, dus saprophytisch, zooals dat b.v. ook bij *Nectria cinnabarina* het geval is.

Reinculturen werden aangelegd, aanvankelijk op moutagar en later op aftreksels van verschillende planten. Ten slotte heb ik mij gehouden bij kooldecoct (500 gram versche kool tot 1 Liter), waarin 1 % pepton Witte en 1½ % agar was opgelost. Uit afzonderlijk liggende sporen ontwikkelt de zwam zich op zulke vaste bodems tot een witte, bijkans ronde, wollige plek; in droge omgeving verheft het mycelium zich slechts weinig boven de agarplaat. Ten slotte vormen zich, op korten afstand van den omtrek, de kleine, rose pykniden, die langzamerhand zwart worden. Gelijkmatige zomertemperatuur en zeer vochtige omgeving bevorderen vooral den myceliumgroei, afkoeling en indroging de vorming van pykniden. Het vlugst, n.l. in nog geen drie weken tijds, vormden zich deze lichaampjes in culturen, die eerst eenige dagen in een broedstoof bij 20° C. hadden gestaan, en daarna gebracht waren in een vertrek, waar kachelwarmte en winterkoude elkaar dagelijks afwisselden. Aan de sporenkieming is niets bijzonders op te merken. Vóór de kieming zwellen de conidiën sterk op, dan ontspruiten één of twee kiemdraden. De pykniden vormen zich uit het mycelium niet anders dan het bij andere fungi het geval is (44).

De hyphen zijn van zeer verschillende dikte; de dikste 5 mikron en de dunnere nog niet half zoo dik. Men ziet veelal sterke, plotselinge insnoering of aanzwelling. In oude cultures is dit in hooge mate het geval, zelfs veranderen de uiteinden der myceliumtakken in reeksen van chlamydosporen. Ook in vloeibare voedingsmedia heeft een sterke chlamydosporenvorming plaats. Deze laten ten slotte van elkaar los, en komen vrij in de vloeistof te liggen.

De kool in de schuren, de „rijpe" kool om zoo te zeggen, wordt primair door *Phoma oleracea* aangetast. Ritzema Bos vermeldde de infectieproef, die dat bewijst; ook de waarnemingen in de schuren, in Hoofdstuk III vermeld, deden het ons zien.

Met het microscoop kan worden nagegaan, hoe die infectie plaats heeft. Op eenigszins vochtige plaatsen in de schuren, kruipt het mycelium van de aangetaste naar de gave kolen. Op sneevlakten dringt het eenvoudig tusschen de cellen, dus intercellulair, naar binnen; op bladeren groeit het met vele bochten en met hyphen van zeer afwisselende dikte voort, tot het een huidmondje vindt, waar het binnendringt.

Wanneer men sporen laat ontkiemen op de bladeren, kan men hetzelfde opmerken. Alleen, de infectie door kiemhyphen gaat lang niet zoo vlug, als die door saprophytisch gevoed mycelium. Toch heb ik ook kiemhyphen van

*Phoma oleracea* een enkelen maal in huidmondjes zien binnendringen; de stand van zaken is hier dus eenigszins anders dan bij *Sclerotinia Sclerotiorum* en *Sclerotinia Trifoliorum*, waarvan De Bary (45) vond, dat alleen een saprophytisch versterkt mycelium pathogene eigenschappen heeft.

Ik heb deze sporeninfectie door huidmondjes, dus zonder wond, alleen waargenomen bij volgroeide bladeren van „rijpe" kool; gave, groeikrachtige planten worden in 't geheel niet geïnfecteerd; ook niet zeer jonge kiemplanten, van welke men zou kunnen verwachten, dat zij nog onvoldoende gehard zijn tegen den aanval van de zwam (zoo is 't b.v. bij zeer jonge, bovenaardsche organen van onze naaldboomen ten opzichte van *Botrytis Douglasi*). Opzettelijke proeven bewezen mij dit; zaad werd b.v. geïnfecteerd en te kiemen gelegd; zaad werd gezaaid in sterk geïnfecteerden grond: in beide gevallen kwamen er gezonde planten uit voort.

Eenigszins nader zal ik hier bespreken de infectieproeven, genomen op planten, gereed om van de zaaibedden naar hun definitieve standplaats te worden overgebracht. Die infecties zijn uitgevoerd, vergelijkenderwijs: zonder verwonding, in zeer oppervlakkige wonden, en in wonden, die de werking van *Anthomyia-* en *Baris*larven nabootsten.

**Proef A.** Op 18 Mei 1905 werden 20 zulke „baanrijpe" planten (10 van bloemkool en 10 van roode kool) in den tuin van het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Amsterdam, zonder voorafgaande verplanting, dus zonder wortelverwonding, besmet door mycelium en sporen van een drie weken van te voren aangelegde reincultuur. Dit geschiedde door de zwam, die zich bevond op een reepje van den voedingsbodem, tegen den gereinigden wortelhals te bevestigen door middel van een propje watten. Vervolgens werd de plant met den wortelhals zoowat 5 c.M. onder de oppervlakte gepoot, en een dag lang werd een omgekeerde bloempot over de plant heengestulpt, om haar voor te sterke uitdroging te behoeden.

**Proef B.** Op denzelfden dag werden 20 dito planten besmet door de zwam te brengen op den gereinigden wortelhals, nadat daar plaatselijk de buitenste lagen van de primaire schors waren afgesneden.

Nog 20 dito planten werden voor contrôle gehouden.

Op 2 en 4 Augustus kon, in aanmerking genomen het ongeveer tweemaandelijksch incubatietijdperk op de velden, gevoegelijk de proef als geëindigd beschouwd worden.

Echter om te zien, wat in dien tusschentijd gebeurde, werd af en toe in de maanden Juni en Juli een plant onderzocht, maar van elke partij van

20, niet meer dan vier. Dat voorloopig onderzoek deed den uitslag al voorspellen. Alle 60 planten bleven gezond; de lichtgewonde heelden zich door wondkurkvorming.

Op 2 en 4 Augustus zouden dan ook alle planten gezond geweest zijn, ware er niet een complicatie bijgekomen. Van de partij A waren er 3, van partij B 5, en van de contrôleplanten 5 door de koolvlieg aangetast geweest. De gangen waren nog te zien, en bij sommige planten vond ik de leege pophuiden nog.

Nu was het opmerkelijk, dat in de eerste dagen van Augustus ook 3 planten van partij A en 5 van partij B een kwijnend uiterlijk hadden, wat bij geen van de contrôleplanten het geval was. Die 8 planten lieten overdag de bladeren hangen. Overigens kon niet opgemerkt worden, dat zij op vallers leken; maar dit was geen wonder, want zij groeiden in den tuin te Amsterdam, waar het zeer beschut en beschaduwd was, eenvoudig in de hoogte, zonder kroppen te vormen. Dit deed evenwel aan de proef geen schade; microscopisch onderzoek toonde aan, dat *Phoma*pykniden zich alleen op de 8 kwijnende planten ontwikkelden. Hier bleek dus:

1ste, dat infectie met *Phoma* zonder, of met zeer oppervlakkige wond, bij flink groeiende planten zonder resultaat is;

2de, dat koolvlieglarven, in niet te groot aantal vretend aan *niet* met *Phoma oleracea* besmette planten, nagenoeg onschadelijk zijn; en

3de, dat *Anthomyia* en *Phoma* samen de planten gemakkelijk te gronde kunnen richten.

Hierbij valt nog op te merken, dat de vliegen, hun ontwikkelingstijd in aanmerking genomen, vóór Juli hun eieren aan de planten gelegd moeten hebben. Transport van de zwam door de vliegen heeft niet plaats gehad, want dan zouden de contrôleplanten ook wel door *Phoma* besmet zijn geworden. Er schijnt dus maar één generatie aan 't werk geweest te zijn in mijn cultuur te Amsterdam; één generatie van vliegen toch, kan de zwam, die te diep onder den grond gebracht was, niet hebben overgebracht; een tweede generatie, voortgekomen uit larven, die met den wortelhals in aanraking geweest waren, had dat wel kunnen doen.

**Proef C.** Op 10 Maart 1906 werden op het terrein van het Instituut voor Phytopathologie te Wageningen, 20 baanrijpe bloemkoolplanten (andere soorten waren er nog niet) besmet, voor de eene helft door z.g. directe besmetting, dus door van een, met *Phoma*pykniden bedekt stuk van een kankerstronk het infectiemateriaal te nemen, en voor de andere helft door besmetting met een reïncultuur van 5 maanden oud. Het infectiemateriaal werd

gebracht in een wond aan den wortelhals, die met een scalpel in radiale richting door alle weefsels heen, was aangebracht, zoodat de fungus zoowel in de schors als in hout en merg kwam, een operatie, die eenigszins de werking van de vlieg- en keverlarven nabootste. Daarop werden de planten zóó uitgeplant in den bak, dat de besmette plek op een diepte van 5 c.M. onder den grond kwam.

Twintig planten dienden voor contrôle, maar bij 10 daarvan was een dito wond aangebracht, zonder infectie.

Ook hier werden af en toe eenige proefplanten opgenomen, echter niet meer dan 4 van elke 20, om te zien, wat er gebeurde. Met behulp van het microscoop was waar te nemen, dat de zwam in het merg indrong. De 30 gewonde planten groeiden aanvankelijk niet zoo goed als de 10 onbeschadigde, maar heel groot was dit verschil toen nog niet. Toen April en Mei verstreken waren, was er een enorm contrast tusschen de 20 gewonde en geïnfecteerde planten, en de 20 contrôleplanten.

Gewond of niet, de laatste stonden zoo goed, als men het van bloemkool in dezen tijd verwachten kon. Maar van de 20 geïnfecteerde waren er 19 echte „vallers" geworden; één was er doorheen gegroeid en stond goed. Bij onderzoek bleek, dat alle 19 de pykniden droegen van *Phoma oleracea* op kankerachtige plekken.

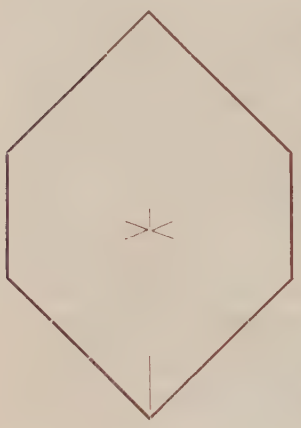
Ook hier had de koolvlieg een aanval op de planten gedaan. In de wortels van een groot aantal contrôleplanten zaten de larven, maar zij alleen hadden er geen vallers van kunnen maken. Hoeveel van de 19 vallers door de vlieg waren aangetast, was niet precies meer te zien door den bijkomstigen kanker, die de gangen soms onherkenbaar maakte. Bij sommige vond ik nog larven en poppen.

*Phoma oleracea* kwam op dit terrein, vóór ik er mijn proeven nam, nog niet voor. Op ruim 200 M. afstand van mijn proefveld stonden groote aanplantingen van bloemkool en roode kool. Hier vond ik de vlieglarve ook herhaaldelijk bij goed ontwikkelde planten. Zeer enkele gingen, door een groot aantal larven tegelijk aangevreten, dood, maar *Phoma* kwam in deze aanplantingen niet voor en heeft er zich in den loop van het jaar 1906 ook niet vertoond.

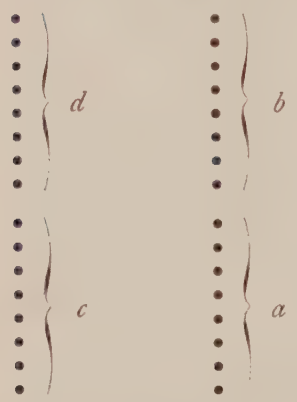
*De infectieproeven* A, B *en* C *bewijzen, dat Phoma oleracea voor onvolwassen koolplanten een wondparasiet is, maar een wondparasiet, die alleen vat op de planten heeft en ze doet kankeren, wanneer zij in een toestand van neêrgedrukte levensenergie verkeeren. In de natuur wordt die wond gemaakt door de koolvlieglarve, eventueel door andere insecten;*

*daarbij wordt tegelijk de bedoelde periode van geringe levensenergie ingeleid. De plant herstelt zich door vorming van adventiefwortels, als zij door de insecten niet al te zeer geteisterd is; maar, als er kanker bijkomt, kwijnt zij zeer langzaam weg.*

**Herhalingsproef.** Dat inderdaad deze conclusie juist is, kon in den zomer van 1906 opniew aangetoond worden. Er werd op den 23sten Juni een proefveldje aangelegd, waarop vier groepen van acht planten kwamen, die aan verschillende bewerkingen werden onderworpen bij het uitplanten; maar twee bewerkingen ondergingen zij alle zonder onderscheid, n.l. die, welke dienden om de koolvlieg te weren, en die bestonden in, 1ste, flink afspoelen van de wortels en met de vingers afwrijven van den wortelhals, om de aanwezige larven en eieren van de koolvlieg te verwijderen, en, 2de, aanleggen van een cartonnen kraag, van het hiernaast weergegeven model. (De lijnen, die van het middelpunt uitgaan, stellen sneden voor. Als de kragen zóó aangelegd worden, dat er geen grond boven komt, zijn zij afdoend tegen de vlieg, volgens SLINGERLAND. Het bleek mij, dat het middel afdoend was voor een paar weken, en voldoende voor mijn proef, maar niet afdoend in het groot, en voor langeren tijd).



*a.* De planten kwamen in twee rijen, en de 8 planten, die hiernaast als stippen onder *a* zijn voorgesteld, werden aan den wortelhals diametraal gewond, en geïnfecteerd met een reincultuur van *Phoma oleracea* door indompeling in een, sporen en mycelium bevattende, physiologische zoutsolutie.




*b.* Deze 8 planten werden, zonder opzettelijke wond, geïnfecteerd.

*c.* Deze 8 planten werden wel gewond maar niet geïnfecteerd.

*d.* Deze 8 planten werden niet gewond, en aanvankelijk niet geïnfecteerd, maar nadat zij zich, vier dagen later, van de gevolgen van het verplanten hadden hersteld, zijn zij, zonder wond, in den grond staande, dus volkomen gaaf, aan den wortelhals geïnfecteerd.

De uitslag van deze proef was als volgt:

Van de 8 planten van *a* zijn er 7 vallers geworden met *Phoma*pykniden.
„ „ 8 „ „ *b* „ „ 5 „ „ „ „
„ „ 8 „ „ *c* is „ 1 valler „ „ „
„ „ 8 „ „ *d* „ „ geen enkele gevallen.

Die ééne plant van groep *c* bleek door koolvlieglarven te zijn aangetast; op de papierkraag was n.l. aarde gekomen, zoodat de vlieg er zijn eieren aan had kunnen leggen. Op deze plant, die op onbesmetten grond stond en die van onbesmet terrein kwam, ontwikkelde zich *Phoma*. De zwam kan in dit geval niet anders dan door de koolvlieg zijn overgebracht.

De herhalingsproef bevestigt de resultaten van de vroegere proeven A, B en C. De planten van *a*, die opzettelijk zijn gewond en geïnfecteerd, zijn voor $^7/_8$ vallers geworden. Van de planten van *b*, die niet opzettelijk, maar tengevolge van het verplanten zijn gewond, en die daarenboven zijn geïnfecteerd, werden er 5 op de 8, vallers. De planten van *c*, die werden gewond, maar niet geïnfecteerd, bleven, voorzoover er geen koolvlieg bij kwam, gezond. De planten van *d*, die in absoluut gaven en groeikrachtigen toestand werden geïnfecteerd, bleven alle gezond. Van dit proefveldje is den 18den Juli een photographie gemaakt (zie fig. 32, Pl. V). De twee planten, overeenkomend met de twee onderste stippen van het schema van blz. 60, werden, om technische bezwaren, weggenomen; de rechtsche was de eenige van groep *a*, die geen valler werd. Op de photographie staan dus 30 planten, op twee rijen van 15. Links van die twee rijen staat ook nog kool, maar die doet niet mee. De rechtsche rij heeft, van den voorgrond naar den achtergrond geteld, eerst 12 vallers, dan 3 planten, die er doorheen zijn gegroeid, ten slotte nog 1 valler. De linksche rij heeft alleen gezonde planten, behalve de tweede van dezen kant. Dat is die, waar *Anthomyia* aan gevreten heeft. De practicus zal in deze laatste en in de planten van de rechtsche rij typische vallers herkennen.

Hoe wordt *Phoma oleracea* overgebracht naar terreinen en planten, die er tot nog toe vrij van waren? Actief zou dit kunnen geschieden als de zwam haar sporen ver heen spuit of door den grond groeit, zooals b.v. *Polystigma rubrum*, resp. *Trametes radiciperda;* passief, wanneer atmospherilien, dieren of menschen haar transporteeren.

Het uitspuiten zelf van de sporen kan bij *Phoma* geen verre verspreiding bewerken; bij droog weer vormt zich een sporenrank, bij vochtig weer slijmige droppels, die de conidiën bevatten.

Ook groei door den grond heeft niet plaats. Om dit na te gaan, heb

ik blikken kistjes laten maken, cylindervormig, met overvallend, sluitend deksel. In het deksel zijn 7 ronde gaten gemaakt van 18 mM. wijdte, met een opstaand blikken randje, dat gemakkelijk met een wattenprop kan worden afgesloten. De gaten bevinden zich op de hoekpunten en in het centrum van een regelmatigen zeshoek met een zijde van 7 c.M. Nadat het apparaat bijna tot het deksel met, van plantenresten gezuiverden, Langendijker grond was gevuld, gesteriliseerd en op behoorlijken graad van vochtigheid gebracht, werd in het centrale gat met een steriele, glazen buis wat grond weggestoken, en hierin gebracht sterielen grond, met *Phoma oleracea* besmet. Bij de temperatuur van de buitenlucht liet ik de kistjes staan. Na resp. 1, 2, 3 en 4 weken werden uit de periphere gaten monstertjes gestoken met een steriele, glazen buis. De uitgestoken grond bleek in alle gevallen nog steriel te zijn. De zwam groeit dus niet noemenswaard door den grond, daar in 4 weken tijds geen uitbreiding over een afstand van 7 c.M. kon worden aangetoond. (Proef meerdere malen genomen.)

Passief wordt de zwam dus verspreid.

Geschiedt dit door de lucht? In 1905 heb ik op verschillende tijden 24 steriele agar-cultuurplaten op de koolvelden van 5 tot 15 minuten aan de lucht blootgesteld; 12 vóór het verrichten van een inspectie, en 12 na het verrichten van zulk een bezigheid, dus wanneer verschillende vallers waren uitgetrokken en de sporen in de lucht konden zijn verspreid. Echter heb ik, bij herhaaldelijk overenten van de zich ontwikkelende fungi, geen *Phoma oleracea* gevonden. Een hoofdfactor in het transport van dezen fungus vormt de atmosfeer dus zeker niet.

De koolvlieg en ook andere insecten hebben in de vorige hoofdstukken reeds veel van zich doen spreken als waarschijnlijke daders in dezen. Zoo zij terecht beschuldigd zijn, moet van de uit „vallers" opgekweekte vliegen de zwam te verkrijgen zijn. Ik liet derhalve zulke vliegen, nadat zij in een glazen, met gaas gesloten vat waren gekweekt, en nadat zij eenige malen over hun verlaten pophuid hadden heengeloopen, ontsnappen in glasschaaltjes met agar-cultuurplaten. Onder de fungi en bacteriën, die op deze platen opkwamen, bevond zich o.a. *Phoma oleracea* Saccardo, zooals na overenten en bij verdere cultivatie bleek.

De mensch ten slotte, transporteert ongetwijfeld de zwam. Met de klompen en werktuigen der boeren wordt zij over kleinere, met den koolhandel over grootere afstanden vervoerd. Met het zaad schijnt zij zoo goed als niet te worden overgebracht. Proeven met zaad, waarvan vallers waren gekomen,

en proeven met zaad van planten, bij welke de kanker in den bloeistengel was doorgedrongen, werden in 1904 door RITZEMA BOS en in 1905 door mij genomen; het gelukte ons niet er *Phoma oleracea* op aan te toonen.

De kankerzwam blijft als mycelium in uitdrogende kankerstronken leven. Ik heb reinculturen, bij de temperatuur van de buitenlucht, van af begin Augustus 1905, laten indrogen. In Juni 1906 was het mycelium nog in leven en virulent voor „rijpe" kool. De vruchtlichamen vond ik ook midden in den winter op koolstronken aan den Langendijk.

*Phoma oleracea* vond ik op door maden aangetaste kool in Tiel en in Maastricht, terwijl zij op dito stronken in Wageningen, Friesland en Groningen niet werd gevonden. Op de terreinen van het Instituut voor Phytopathologie kwam de zwam niet voor, toen ik er mijn proeven begon. ALLESCHER geeft op, dat *Phoma oleracea* op droge stengels van *Brassica oleracea*, en van andere Crucifeeren in Duitschland, Oostenrijk, Zwitserland en Frankrijk leeft. DELACROIX, PRILLIEUX en RITZEMA BOS hadden haar alleen op levende planten gevonden.

Ten slotte de vraag: in hoeverre is *Phoma oleracea* pathogeen voor andere gewassen. ALLESCHER zegt, dat zij ook op andere verdroogde Crucifeeren gevonden werd. Voor proefnemingen kon ik met levende reserveorganen en vruchten van verschillende gewassen volstaan, omdat de zwam verwacht kon worden alleen zulke rustende organen aan te tasten. Steriel uitgesneden stukken van koolrapen, mierikswortel, bieten, penen, aardappels, selderijknollen, uien en appels werden in Petri-schalen met de zwam bedeeld. Na driemaal 24 uur was de fungus alleen in de stukken koolraap en mierikswortel onder sterke zwartkleuring een eindweegs binnengedrongen, op dezelfde wijze als zij door de snijvlakte van bewaarkool binnendringt. Eenige dagen later was ook bij de niet-Crucifeeren eenige inwerking op het substraat te bemerken, maar deze was zoo gering, dat men mag aannemen, dat *Phoma oleracea* alleen voor Crucifeeren onder zekere omstandigheden een parasiet kan zijn.

# VI. Pathologische anatomie.

## Oppervlakkige verwondingen; mergstandige boorgangen; wonden in radiale, in dwarse richting; wonden van Anthomyia. — Adventiefwortels. – Infectiehyphen in huidmondjes, in wonden. — Gummose degeneratie. – Analoog geval.

Een groot verschil bestaat tusschen planten, aangevreten door de insecten, die de ziekte inleiden, en planten, die „vallers" zijn. Kan microscopisch onderzoek de gegevens vinden om dit verschil te verklaren? De studie van de wijze, waarop de plant reageert op verwondingen alleen, dan van de wijze, waarop zij reageert op *Phoma*-aantasting moet hierop het antwoord geven.

Bij de bespreking van verwondingen blijven kiemplanten buiten beschouwing. Behalve, dat zij zich dikwijls door een bijzonder regeneratievermogen onderscheiden (Goebel 60) zijn zij voor de ziektestudie niet van belang. Mijn waarnemingen bepalen zich tot „baanrijpe" planten, maar ook de dwarse snijwond, bij het oogsten aangebracht, wordt hier behandeld. Infectie heeft, bij krachtige, jonge planten met een gezond wortelsysteem, niet plaats; de voor dat doel gemaakte wonden herstellen zich, ondanks de tegenwoordigheid van *Phoma oleracea*, als tenminste de plant niet, tengevolge van verpoting of vreterij in een kwijnenden toestand verkeert.

Oppervlakkige wonden in de primaire schors van wortel of stengel komen bij de planten van banen en velden voor, wanneer de schors den diktegroei niet bijhoudt en barst. Ook zijn er allerlei kleine wondjes te vinden aan het jonge stengeltje en worteltje, als men oplettend daarnaar zoekt, boven den grond meestal door aardvlooien aangebracht, soms ook door slakken, onder den grond door ritnaalden, vliegmaden of millioenpooten. Zelf heb ik bij mijn proefnemingen oppervlakkige wondjes gemaakt, door het wegnemen van stukjes van de primaire schors van wortel en stengel, echter niet dieper dan het cambium. In alle bovengenoemde gevallen heb ik

steeds genezing door wondkurkvorming waargenomen aan den stengel, terwijl aan den wortel ook somtijds een geringe callusvorming optrad. Fig. 6, Pl. II, illustreert deze wondkurkvorming. In de primaire schors sterven de cellen, die gewond zijn, af, en de daaronder gelegene vormen, evenwijdig aan de grensvlakte van den wond, nieuwe wanden, terwijl tevens verkurking plaats heeft. Dat de wanden van de, aan de wond grenzende cellen, verkurkt zijn, blijkt daaruit, dat zij Sudan III rijkelijk opnemen, en niet in zwavelzuur oplossen. Tevens kleuren zij zich met phloroglucine en zoutzuur, zooals verhoute membranen. De prikkel tot celdeeling strekt zich, vooral in het meer naar binnen gelegen deel van de grootcellige schorslaag, veel verder voort, dan tot de aan de wond grenzende cellen. Het primaire phloëem vormt, zooals ook in fig. 3, Pl. I, te zien is, een zeer regelmatig phellogeen en periderm. De schorsepidermis der Crucifeeren is normaliter aan den binnenkant sterk verdikt. Epidermis en hypodermis reageeren zeer weinig op den wondprikkel. Slechts nemen de blootgelegde wanden kurkstof- en houtstofreactie aan. Ook de verschrompelde inhoudsstoffen kleuren zich sterk rood met phloroglucine en zoutzuur, terwijl de onbeschadigde epi- en hypodermis deze reactie niet vertoonen.

Daar de resten van de afgestorven cellen verdrogen en onkenbaar worden, en de wond door de bedekking met kurk een grauwe of bruine kleur aanneemt, ontstaan wankleurige plekjes, zooals Ritzema Bos ze beschrijft (35), die oppervlakkig in rotting of verschrompeling overgaan. Buiten het wondperiderm kan zich een mycelium ontwikkelen in de afstervende cellen, welke myceliumontwikkeling door Ritzema Bos is waargenomen, maar nimmer heb ik opgemerkt, dat van hieruit de „vallende" ziekte uitging bij planten met goed functioneerende wortels. Dit is dan ook volkomen in overeenstemming met een proef, genomen door Ritzema Bos (l.c.). Hij sorteerde een partij planten, komende van een zaaibed, en zulke, waaraan hij wankleurige vlekjes bij den wortelhals vond, werden apart uitgeplant. In deze groep kwamen niet meer vallers dan in de oogenschijnlijk gezonde planten.

Boorgangen in de nerven en stelen der bladeren en van daaruit zich voortzettend in het merg van den stengel, of door bladoksels in het stengelmerg intredend, worden veroorzaakt resp. door *Phytomyza ruficornis* en door soorten van het snuittorgeslacht *Baris*. Op den weg, dien de larven van deze insecten afleggen, kunnen zij alle hindernissen, die verhoute weefsels hen in den weg leggen, vermijden en zij doen dit ook. Zij dringen dus meestal niet verder door dan tot het ondereinde van het hypocotyle lid. De figuren 10, Pl. II, en 40, Pl. VI, verduidelijken dit.

De larven van *Phytomyza ruficornis* komen hoofdzakelijk in de grootere nerven voor. Ook maken zij mineergangen in de buurt der nerven in het mesophyl (analoge gevallen bij Curtis (41)). Hun holten dalen door den bladsteel of hoofdnerf tot in het merg van den stengel af, en, daar de mijnen van *Baris* zich dikwijls een eind opwaarts in den bladsteel of hoofdnerf begeven, gebeurt het dikwijls, dat de gangen samenvloeien en de larven in elkaars holten worden gevonden. De mijnen van deze twee insecten vormen ruimten, gevuld met lucht, die rijk is aan waterdamp. Derhalve hebben fungi een zeer goede gelegenheid om zich hierin te ontwikkelen; toch heeft nooit bij planten met een gezond wortelstelsel dieper doordringen van *Phoma* van uit deze wonden plaats. Wel komen zwamdraden en bacteriën in de afgestorven cellen voor, maar zij zijn ongetwijfeld van saprophyten aard. Steeds belet een, overigens gezonde plant, door callusvorming een verder doordringen van zulke organismen.

Voor callusvorming is de inwerking van de noodige vochtigheid op de gewonde weefsels, een vereischte. In droge lucht blijft dit proces uit (Küster (48)). Voor wondkurkvorming, zooals wij bij oppervlakkige wonden hebben zien optreden, is juist een zekere transpiratie van het ontbloote weefsel, dus een niet met waterdamp verzadigde omgeving, een voorwaarde (Frank (49), Massart (50)). De callusvorming heeft geheel normaal plaats. De, aan de wond grenzende, niet beschadigde cellen groeien in de wondholte uit en verlengen zich tot papillen. In het merg van den stengel heeft daarbij celdeeling en -woekering plaats. Zulk eene sterke opzwelling is daarvan het gevolg, dat de nerf openbarst. Bij de dikkere nerven en bladstelen bevinden zich namelijk de boorgangen vrij dicht onder de oppervlakte van de morphologische bovenzijde. Dit komt omdat de, tot anderhalf m.M. dik wordende *Baris*larven, en de, half zoo dik wordende *Phytomyza*larven, de vaatbundelvrije bovenzijde van de nerven prefereeren. De sterke callusvorming doet later de weinige, aan de bovenzijde resteerende, normale weefsels in lengterichting uiteensplijten. Een enkele maal heeft dit tevens aan de onderzijde plaats. Ook daar is tusschen de vaatbundels der bladstelen ruimte voor de larven om zich een weg te banen, zooals afbeeldingen van de doorsnede dier stelen doen zien (fig. 10). Bij het openbarsten ontstaan calluslippen, die soms vrij aanzienlijk aanzwellen.

In het callusweefsel, dat met de buitenlucht in verbinding staat, vormt zich een phellogeen uit cellen, die op geringe diepte, meestal slechts één cel, van de oppervlakte verwijderd liggen. De aanleg daarvan geschiedt het best in de schors, niet in die deelen van het merg, die met een inwendige holte

in verbinding staan. Dit is in overeenstemming met de bovenvermelde ervaring, dat kurkvorming niet in vochtige atmosfeer plaats heeft.

Door het achterblijven in lengtegroei van de aangeboorde en zich genezende deelen, kunnen in het blad zelf ook min of meer belangrijke krommingen optreden. In de holten van den stengel kan van het ontbloote hout geen callusvorming uitgaan. Verhoute membranen toch, zijn tot verderen groei niet meer in staat. Deze vorming gaat dan ook uit van het, aan de holte grenzende merg, of van de breede mergverbindingen, die zich bij de bladbundels bevinden. Verder kunnen zich in deze mergverbindingen meristemen aanleggen op de grens van de mergverbinding en het fasculair cambium.

Op adventiefwortels, die naar buiten groeien, kom ik nader terug; die, welke zich vormen tengevolge van beschadiging van de mergverbinding aan de binnenzijde, groeien naar binnen en doorboren het hen omgevend parenchym. Evenmin als dit bij de beworteling van stekken het geval is, ontstaan de adventiefwortels in den callus. Oppervlakkig beschouwd, schijnt dit wel het geval te zijn, daar vooral aan de binnenzijde der mergverbindingen plaatsen zijn, waar de callus in groote massa ontstaat, wat ook geen verwondering hoeft te wekken, daar vooral de mergstralen de voor callusvorming noodige voedingsstoffen toevoeren. Hieruit is ook de meening van vroegere waarnemers (Meyen (51), Hartig (52)) te verklaren, die dachten, dat callusvorming alleen van de mergstralen uitging.

Van naar binnen groeiende adventiefwortels vond ik in de literatuur een zeer typisch voorbeeld door Beyerinck (28) beschreven, bij een gal van *Nematus salicis* op *Salix amygdalina*. Ook is uit onderzoekingen van Beyerinck gebleken, dat de draadvormige uitspruitsels, die uit het cecidium van *Hormonyia poae* op *Poa nemoralis* te voorschijn komen, echte wortels zijn.

Masters geeft eenige gevallen van inwendige wortelvorming: „It may happen, that these roots, sent down into the cavity of a decaying trunk, may, after a time, become completely concealed within it, by the gradual formation and extension of new wood over the orifice of the cavity, formed by the death and decay of the old wood. Such is presumed to be the explanation of a specimen of this kind in the possession of the writer, and taken from a cavity in an apparently solid block of rosewood; externally there were no marks to indicate the existence of a central space, but when the block was sawn up for the use of the cabinet-maker, this root-like structure was found in the centre and attached to one end of the cavity".

Het is bekend, dat in holle boomen ook veelal wortels gezien worden aan de binnenzijde van het hout. Bij wilgen en linden komt het vrij veel

voor; ook merkte ik het op aan een kastanje bij den Doorwerth bij Heelsum Bij het onderzoek van draaiharten vond ik eenmaal een koolplant met gedeeltelijk door rotting uitgeholden stam, waar zich aan de binnenzijde, die geheel met de buitenlucht in verbinding stond, wortels hadden gevormd (fig. 26).

Dat kool een sterk regeratievermogen heeft, is bekend. MASTERS geeft er het volgende voorbeeld van: where a snail had gnawed a hole into the middle of a leaf at its junction with the stem, a fascicle of roots was formed, bursting through the tissue lining the cavity, and covered with abondant delicate hairs after the fashion of ordinary radicles". Voorts bleek mij wortelvorming in inwendige holten van koolrapen, een niet zeer zeldzaam verschijnsel te zijn.

In fig. 40, Pl. VI, zijn de inwendige wortels, die ik in de kevergangen vond, geteekend. Zij zijn dikwijls zeer talrijk, lang en vertakt, zoodat de geheele holte, voor zoover er geen callus in voorkomt, is opgevuld met wortels en boormeel. Deze wortels zijn microscopisch identisch met de gewone wortels van primaire structuur.

De genezing van wonden, in radiale richting door stengel of wortel aangebracht en alle weefsels blootleggend, heb ik bestudeerd bij de, zonder infectie gewonde contrôleplanten (zie vorig hoofdstuk, proef *c* en herhalingsproef). De wond kan op verschillende wijzen worden aangebracht. Ik heb steekwonden volgens een radiaal vlak, ter hoogte van den wortelhals gemaakt, met een scalpel, loodrecht op de richting der protoxyleemstralen, en evenwijdig daaraan. Dit is geschied met „baanrijpe" planten, die dus, zooals dat ook uit de schematische figuren, 42, 43 en 44 blijkt, eenig secundair hout en phloëem gevormd hadden. Fig. 42 geeft aan hoe het boven den wortelhals liggende asgedeelte hierop reageert. De primaire schors van den stengel heeft zich wederom door wondkurk afgesloten, aan de eene zijde in verbinding met de epidermis, aan de andere met het periderm van een, door de schors zelve gevormde callusmassa. Het cambium is op zekeren afstand van de wond op de gewone wijze naar binnen xyleem, naar buiten phloëem blijven vormen. Dicht bij de wond is de cambiumwerking eenigszins verminderd, zoodat daar het nieuw gevormde xyleem en phloëem spaarzamer is aangelegd, en straalvormig om de plek, waar het cambium bij de verwonding geraakt werd, is gerangschikt. De elementen van het hier ontstane hout zijn korter dan de gewone prosenchymcellen, en maar weinig langer dan de cambiumcellen, waaruit zij voortkomen. Het hout heeft dus in geringe mate de eigenschappen van wondhout (DE VRIES (55)). Het, vóór de verwonding gevormde, secun-

daire phloëem is samengedrukt en geoblitereerd. In het nieuw gevormde phloëem hebben zich, evenals in het normale secundaire phloëem, sklerenchymbundels gedifferentieerd, en ook de myrosinecellen komen hierin voor, zooals na de onderzoekingen van SPATZIER (15) over het voorkomen van deze idioblasten in geregenereerde plantendeelen te verwachten was. Behalve van het cambium, is er ook van het gewonde phloëem, regeneratie uitgegaan. Het phloëem heeft namelijk een callusmassa gevormd, die de oude houtcylinder met de oude primaire schors verbindt, en die zich aan zijn oppervlakte door periderm heeft afgesloten. Ook het merg kan zich door callusontwikkeling herstellen, maar menigmaal blijft de vorming daarvan achterwege. Callus in het merg, heb ik menigmaal waargenomen, wanneer de wondvlakte van de buitenlucht ongeveer geheel was afgesloten, zooals dat in de gangen van *Baris* het geval is. Waar het evenwel geheel aan de atmosfeer is blootgesteld, drogen de buitenste cellen op, en in de dieper gelegen cellen voltrekken zich deelingen, precies zooals wij zagen bij verwondingen van de primaire schors. Niet alleen verkurking, maar ook verhouting van celwanden, heeft dan langs de heele oppervlakte van den mergrand plaats.

Het blootgelegde gedeelte van den ouden houtring heeft alle eigenschappen van kernhout aangenomen. De vaten zijn door gomproppen gesloten. De gom heeft de eigenschappen, die FRANK (49) voor deze substantie als kenmerkend opgeeft. De wanden van alle houtelementen hebben een bruine kleur aangenomen. Om de protoxyleemvaten hebben zich de cellen door tangentiale tusschenschotten gedeeld, en zoo is er een cylindertje van kurk om die vaten ontstaan (fig. 45). Dit is een zeer merkwaardig verschijnsel, waarvan hier en daar een analogon in de literatuur voorkomt (64). Dit proces, en ook de vorming van kernhout, zet zich in lengterichting veel verder voort, dan de wond zelf. Daar het kernhout een zeer donkere kleur aanneemt, schijnt het bij beschouwing met het bloote oog zwart. Snijdt men gezonde wortels door, dan bemerkt men, dat er bijna geen enkele vrij is van zwarte strepen in lengterichting, zooals er trouwens geen wortel vrij is van kleine wondjes, meestal een gevolg van de verplanting. Ook de worteldeelen, in welke *Phoma* groeit, zijn donker van kleur. Dit deed mij bij 't begin van het onderzoek vermoeden, dat al die wortels met zwarte plekken door de zwam waren aangetast, wat echter niet het geval is. De bewering van sommige practici, dat zij bij het oogsten elke toekomstige kankerstronk aan zwarte stipjes op de snijvlakte zouden kunnen herkennen, houdt dan ook geen steek. Zeer dikwijls komt in geoogste koolen op die plekken de zwam voor, maar niet altijd.

Fig. 43 doet ons zien, hoe genezing plaats heeft van een wond, door den wortel aangebracht, loodrecht op de richting van de protoxyleemstralen. Een dunne callus is door het cambium zelf en door het nieuw ontstaan phloëem voortgebracht, en het periderm van dezen callus heeft de verbinding van het kernhout met de oorspronkelijke kurklaag tot stand gebracht. De dunne mergstreng is tot callusvorming overgegaan en ook hier hebben nieuwe tangentiale wanden het aantal der cellen vermeerderd. In den wortel, die zich onder den grond bevindt, schijnt dus het vermogen om callus te vormen beter tot zijn recht te komen.

In fig. 44 ziet men, dat een wond, in de richting van de primaire houtstralen door den wortel aangebracht, het secundaire hout niet raakt. Hier vormt zich rijkelijk callus uit de blootgelegde cellen van de breede mergverbindingen en het gedeelte van dit weefsel, dat grenst aan het cambium en het phloëem, is zeer geneigd tot het vormen van adventiefwortels, van welke er ook één in de figuur is geteekend. De callus bedekt zich hier weer met een kurklaag, die den geheelen wortel van de buitenlucht afsluit.

Voorts wordt bij dwars doorsnijden van den stam een wond aangebracht, waarvan de genezing hier ter sprake moet worden gebracht.

Bij nog vrij jonge kooltjes, waar de, in den grond staande stam, minder dan 1 cM. dik is, vormen zoowel merg, houtparenchym als schorsparenchym van het achterblijvend, onder de snijvlakte zich bevindend, gedeelte, callus. In den callus van het merg komen tracheïden, in dien van de schors, steencellen voor. De houtvaten vullen zich met gom en de zeefvaten worden toegedrukt en cutiniseeren. De, anders in rust gebleven okselknoppen, loopen uit.

Bij het oogsten heb ik de snijvlakte van de afgesneden kool in zijn verdere ontwikkeling nagegaan aan exemplaren, in vochtige omgeving geplaatst. Hiervoor geldt wat Beyerinck schrijft van Cichoriumwortels: „Zeer interessant zijn de stukken, welke uit hun onderste wondvlakte callus hebben gevormd; dit is daarover niet gelijkmatig verspreid, maar ter plaatse waar zich de secundaire phloëemstrengen bevinden, doet het zich voor als verstijfde droppels, welke uit deze bundels gevloeid schijnen te zijn. Uit elk dezer callusdroppels hangt een bijwortel loodrecht naar beneden" (56).

De meristematische weefselgroepen, die aanleiding tot de wortelvorming geven, worden aangelegd tegen het vaatbundelphloëem. Deze plaatsen hebben een sterker regeneratief vermogen dan alle andere weefsels. Dit blijkt vooral, wanneer men dwarse doorsneden maakt door een koolkrop. Men snijdt dan de, elkaar omvattende kropbladeren, dwars door. Een groot aantal

dikkere en dunnere vaatbundels wordt daarbij geraakt. Legt men dergelijke afgesneden plakken in een vochtige kamer, dan vormt zich callus overal waar het vaatbundelphloëem is blootgelegd.

De koolbouwers maken van het vermogen tot herbeworteling gebruik bij het kweeken van hun zaad, door de koolen eenvoudig op den vochtigen grond te plaatsen. Om bij de selectie zoo zeker mogelijk te zijn, dat ook de stronk van binnen zuiver is, kweeken zij bij voorkeur zaad van de beste afgesneden koolen, ook al brengen deze quantitatief minder op, dan de planten, die niet van hun wortelgestel beroofd zijn (zie hoofdstuk III, blz. 46).

De laatste soort van verwondingen en de belangrijkste voor ons doel, de boorgangen in de zachte weefsels der wortels, wordt door koolvlieglarven aangebracht. Vroeger werd door verschillende auteurs aangenomen, dat *Anthomyia Brassicae* de knolvoeten in de kool veroorzaakte. Sinds het onderzoek van Woronin in 1876 (l.c.) is die meening echter onhoudbaar geworden. Het is mij gebleken, dat de graad van aantasting door de koolvlieglarve zeer verschillend kan zijn. De jonge, pas uit het ei gekropen larven, raspen met de sterke, haakvormig gekromde kaken, een gat in de oppervlakte van den wortelhals. Zij boren zich vervolgens mijnen, die met een slijmachtig vocht, door de plant afgescheiden, zijn gevuld. Er zijn gangen, die, door hun wijdte en verloop, blijk geven door *Anthomyia* te zijn teweeggebracht, die echter vrij spoedig zijn verlaten, zich niet ver uitstrekken en niet met gangen van andere soortgenooten in verbinding staan. Bij zulke holten heb ik, zoo zij in de weeke deelen der schors en der mergverbindingen voorkwamen, genezing door wondkurk en callus waargenomen. Bij de callusvorming heeft een zeer geringe opzwelling, somtijds openbarsting der oppervlakte plaats. Wanneer zulke kleine gangen het hout raken, of door het oppervlakkig gedeelte van den houtcylinder gaan, wordt dit bruin en krijgt de eigenschappen van wondhout, terwijl het cambium, zooals dat in de figuren 42 en 43 is voorgesteld, aan den rand van de wond omgroeiing, en daardoor genezing, tot stand brengt. Zeer dikwijls komen er echter meerdere mijnen in een wortel voor en deze doortrekken alle zachte weefsels. Zij kunnen zich dus uitstrekken overal in de, door primaire schors en primaire mergverbindingen gevormde krakeling (zie fig. 7, Pl. II), en in het onverhout parenchym der secundaire mergstralen, dus overal waar zich zijwortels vormen (fig. 9). Hierbij worden gewond de onverhoute parenchymverbindingen tusschen de mergstralen en het merg der zijwortels. Behalve het onverhout gedeelte, wordt evenwel ook het in de buurt zijnde hout min

of meer aangeboord, wat vooral bij de fijnere verbindingen van de vaatbundels der zijwortels met den secundairen ring van den hoofdwortel, groote verwoestingen aanricht. In zeer korten tijd kan dus een groot gedeelte van het wortelstelsel buiten werking worden gesteld. De plant vertoont in deze omstandigheden verwelking der bladeren. Zij tracht zich te herstellen door de vorming van adventiefwortels uit de bladsporen. Dikwijls ligt van gezonde planten de stam een eindweegs over den grond; dan komen reeds in de lagere bladsporen adventiefwortels tot ontwikkeling; bij vallers is dit in veel sterkere mate het geval en somtijds nog vrij hoog boven den wortelhals.

De vorming van adventiefwortels is reeds zeer lang bestudeerd geworden. De oudere physiologen (KNIGHT, DE CANDOLLE) nemen reeds het bestaan aan van twee sapstroomingen in de plant, een opstijgende en een neerdalende. Veranderingen, die door het verbreken der stroombanen plaats hebben, kunnen plaatselijke ophooping der voedende stoffen doen plaats grijpen, welke ophooping aanleiding kan zijn tot het optreden van nieuwvormingen: „de opstijgende stroom, die zich voornamelijk langs het xyleem beweegt, is hierbij van bijzonderen invloed op het ontstaan van knoppen in het boveneinde, de neerdalende stroom, waarvan een belangrijk gedeelte het phloëem of cambiform der vaatbundels volgt, begunstigt de ontwikkeling van wortels aan het ondereinde van het betrokken orgaan" (BEYERINCK (56), zie ook GOEBEL (60)). GOEBEL en KLEBS (61) hebben zich beijverd om op te komen tegen de teleologische opvatting, alsof de doelmatigheid van het optreden van een regeneratie, op zich zelf reeds de oorzaak van haar vorming kon zijn. GOEBEL stelt zich op het standpunt, dat de plaats, waar nieuwvormingen ontstaan, niet uit de, in haar wezen nog zeer onbegrijpelijke „polariteit" kan worden verklaard; ook volgens hem speelt hier veeleer de richting van de stofverplaatsing een overwegende rol.

Voor de vorming van adventiefwortels gaat een deel der cellen van een volgroeid weefsel in den embryonalen toestand over. Dit heeft bij onze koolplanten plaats in de buitenste cellagen van phloëem en cambiform der vaatbundels of in de, onmiddellijk daaraan grenzende cellagen van het parenchym van callusbedekkingen, die zich over de benedenste bladsporen hebben gevormd. Deze plaats, overeenkomend met het pericambium der wortels, is de gewone plaats van aanleg van adventiefwortels op bladsporen, en wel, zooals HANSTEIN (62) aantoonde, omdat „die Cambiform und ähnliche Stränge nothwendig mitwirken müssen, wenn es darauf ankommt, die ganze Nährsubstanz für den Aufbau der Wurzeln hinab zu leiten" (62). Ook de vroeger door mij beschreven

inwendige wortels ontstaan op overeenkomstige plaats. Microscopisch onderzoek van de verdikking der bladsporen leerde mij, dat in den callus der bladsporen reeds de aanleg der wortels aanwezig is. Zelfs heeft ook wel eens uitgroeiing daarvan plaats bij gezonde planten, als een bladspoor met den vochtigen bodem in contact is, maar in veel sterker mate is dit het geval na verlies van een groot deel der wortels.

De jonge adventiefwortel heeft gedurende zijn ontwikkeling de stengelschors te verdringen, waarbij de cellen daarvan geresorbeerd worden en de epidermis doorbroken. De aansluiting tusschen de vaten van den adventiefwortel en die van de bladsporen wordt door korte, netvormig verdikte tracheïden tot stand gebracht; evenzoo verbinden korte elementen de zeefgedeelten. De jonge adventiefwortels zijn van denzelfden bouw als de primaire wortels van de kiemplant.

Nu rest ons nog, in bijzonderheden na te gaan, hoe *Phoma oleracea* inwerkt op de planten. Wij zagen reeds in het vorig hoofdstuk, dat zij rijpe kool zonder wond kan infecteeren, door binnen te dringen in de huidmondjes. Dat de zwam niet direct tusschen de epidermiscellen zelve vermag in te boren, is waarschijnlijk te danken aan het waslaagje, dat de koolbladeren bedekt. Op roode koolbladeren kan men den uitslag van de proef het best nagaan. Terstond na het indringen toch zien wij, dat de inhoud van de parenchymcellen, die onder het stoma gelegen zijn, niet meer rood, maar groen is gekleurd. En bij toevoeging van salpeteroplossing zien wij bovendien, dat de cellen met groenen inhoud het vermogen van plasmolyse hebben verloren. Het protoplasma is gedood; de vacuolewand heeft zijn weerstand verloren; het celvocht en de protoplasmatische vochten hebben zich vermengd, zoodat de reactie in de geheele cel alkalisch is geworden. Dit geschiedt vóórdat de hyphe de groen wordende cellen bereikt; wij hebben hier dus met een diffundeerend toxine te maken, zooals dat voor meerdere parasitische organismen wordt aangenomen en waarvan de aanwezigheid b.v. door Van Hall (63) voor *Bacillus subtilis* proefondervindelijk is vastgesteld.

De afsterving van het protoplasma breidt zich allengs over meerdere cellen uit; wij krijgen dan onder het microscoop beelden te zien als in fig. 46. Bij het huidmondje ziet men eenige cellen, die reeds bruin zijn, daaromheen een grooter aantal groene, en ten slotte normale roode cellen, als in de figuur geplasmolyseerd. Grootere kankerplekken op roode koolbladeren hebben ook steeds nog een fijn groen randje om het bruingeworden gedeelte. De infectiehyphen dringen tusschen de cellen door, zij groeien intercellulair.

Ook bij wondinfectie is dit met het microscoop waar te nemen. De lichtbruine verkleuring in de weefsels, op welke de zwam inwerkt, strekt zich altijd eenige cellen verder uit, dan de infectiehyphen zijn doorgedrongen.

Die eerst gele, dan bruine kleur wordt veroorzaakt door gummose degeneratie. Stukjes van het gebruinde, parenchymatische weefsel geven, wanneer men ze drukt op gevoelig lakmoespapier, alkalische reactie, terwijl gezond parenchym zuur reageert. De gele kleur treedt het eerst op in de hoeken van de celwanden, bij de intercellulaire ruimten, de middenlamel zwelt daar eenigszins op, wat een zeer typisch beeld geeft. De geelgekleurde gedeelten lossen, in tegenstelling met den normalen wand, niet op in zwavelzuur. Als de gele kleur overgaat op de rest van den celwand, is vooral goed waar te nemen, dat de middenlamel het eerst wordt aangetast. Inwerking van zwavelzuur en jodium verduidelijkt dit nog, daar dan de middenlamel bruin, de rest van den wand blauw gekleurd wordt. Vervolgens worden ook de, aan de celholte grenzende celluloselagen aangetast. Op plaatsen waar de zwam langeren tijd heeft ingewerkt, hebben de cellen elkaar losgelaten, de wand is zwartbruin en geplooid. Nog later, in kankerplekken, waarop zich pyknidien gevormd hebben, ziet men alleen nog maar ineengestrengelde myceliumdraden. Fig. 41, een doorsnede voorstellend door het pyknidendragend blad van fig. 33, laat aan het verloop van de hyphen zelfs nog den oorspronkelijken intercellulairen groei herkennen. Enkele gomachtige massa's vormen het overschot van het parenchymatisch weefsel.

De verhoute elementen bieden langer weerstand. Zij worden wel direct bruin gekleurd, maar de middenlamel lost niet merkbaar op, evenmin als de secundaire lagen. Zij vullen zich echter met een bruine gom. Dit is vooral in het protoxyleem en de vaten van den eersten jaarring in zoo hooge mate het geval, dat men hier op doorsnede een bruinzwarten ring, uit stippen samengesteld, ziet in het overigens bruine weefsel. Hieruit mag niet de gevolgtrekking gemaakt worden, dat de zwam in de vaten sneller groeit, dan in het parenchym, want dit is niet het geval. De gom, die de vaten vult, is hard, zooals men merkt aan de groeven, die het mes er bij het snijden in heeft aangebracht.

Ook om de vaten is het parenchym bruin. Dikwijls heeft zich hier een cylindertje van kurk om het vat gevormd (fig. 45). Alle bruine wanden en inhoudsstoffen van het hout kleuren zich met phloroglucine en zoutzuur rood.

Wanneer men het hier beschreven hout vergelijkt met wondhout, dat zich zonder *Phoma*aantasting heeft gevormd, dan bemerkt men, dat er in 't geheel geen eigenlijke symptomen van de kankerziekte in voorkomen, inte-

gendeel deze verschijnselen zijn meer of minder algemeen in koolwortels waar te nemen. Alleen, in de kankerstronken is de gummose degeneratie tot abnormale hoogte gestegen. Een dergelijk pathologisch verschijnsel is door SORAUER (64) voor mierikswortel beschreven, onder de namen „Schwarzwerden und Kernfäule", een ziekte, die reeds 50 jaren in Beieren bekend was en van welke SORAUER ook materiaal uit Mlodgow, Gouv. Petrikou (Rusland) ontving. Ook deze ziekte komt vooral op kleigronden, meer dan op zandigen bodem, voor, maar zelden wordt er meer verlies door geleden, dan ongeveer 1 %. In de Russische zending vond SORAUER het mycelium van een niet nader te definieeren zwam. Mogelijk had hij hier met kanker te maken, ofschoon, zooals wij zagen, de microscopische kenmerken niet zoo typisch zijn, dat er van geen andere fungi sprake zou kunnen zijn.

Het uiterst langzaam beloop van het ziekteproces bij Noord-Hollandsche kool, in tegenstelling met eenvoudige *Anthomyia*beschadiging, wordt door het anatomisch onderzoek eenigszins verklaard. De uitbreiding van den kanker door de schors, die ten slotte rondom tot afsterven wordt gebracht, en de sterke vergomming in het hout, sluiten langzamerhand den neerdalenden en opstijgenden sapstroom af. Zelfs als de plant adventiefwortels boven de verwondingen vormt, breidt de kanker zich ten slotte ook over deze uit, en de plant valt aan de ziekte ten prooi.

# VII. Bestrijding.

Ik vat hier in 't kort eenige uitkomsten van het onderzoek over het vallen en den kanker samen, voorzoover zij uitgangspunten voor bestrijding zijn, maar wijs tevens op een punt dat, nog niet onderzocht, keerpunt kan zijn ten goede, buiten toedoen van den landbouwer.

## Onbekenden.

Naar de parasieten van *Anthomyia brassicae* en de andere insecten, die de wonden teweegbrengen, in welke *Phoma oleracea* kan binnendringen, is ten onzent nog geen onderzoek verricht.

## Gegevens. (Eventueel daarnaar te nemen maatregelen).

1. Men moet niet langer een zoo eenzijdige selectie uitvoeren (blz. 46).
2. De gele of savoye kool is onvatbaar voor de ziekte. (blz. 46). Onderzocht dient te worden of die onvatbaarheid met de goede eigenschappen van andere soorten door kruising is te vereenigen.
3. De bestrijding moet zich in hoofdzaak richten tegen de koolvlieg.
4. Voorkoming door vruchtwisseling zou, met het oog op de verspreiding door een van April tot in den winter vliegend insect, alleen kunnen worden bereikt, zoo men het geheele koolgebied een jaar lang vrij liet van kool en verwante cultuurgewassen, en dan tevens de wildgroeiende voedsterplanten (blz. 49) uitroeide.
5. Van bemestingsproeven is heil te verwachten, althans zoo men oppast voor te eenzijdig toegediende overmaat van enkele voedingsstoffen (Sorauer) [1].

[1]) Meine Erfahrungen bei der Heilung derartiger Vorkomnisse führen zu dem Schlusse, dass wir es in solchen Fällen (namentlich bei Gartenkulturen, in denen durchschnittlich mit den höchsten Stickstoffgaben gearbeitet wird) mit einseitiger Steigerung einer bestimmten Entwicklungsrichtung, meistens hervorgerufen durch Stickstoff- und Wasserüberschuss zu tun haben. Unsere beständig intensiver werdende Düngerwirtschaft führt nicht selten zu einer bestechenden Ueppigkeit der Pflanzen und dann zu einem plötzlichen Collapsus, wenn der das Gegengewicht haltende Faktor nicht in der entsprechenden Menge zur wirksamkeit gelangt. In Fällen nachgewiesener hochgradiger Stickstoffzufuhr fand ich dementsprechend die Anwendung von phosphorsaurem Kalk vorteilhaft. Sorauer, (Handbuch, 1905).

6. Van de gewoonte om koolstronken als mest in den grond te laten, zijn de voordeelen overwegend (blz. 45).
7. Men moet den koolafval en het veegsel der koolschuren in de slooten werpen [1]), maar oppassen, dat het niet in, als zoodanig nog herkenbaren vorm met het slik weer op het land wordt gebracht (blz. 44).
8. Men moet de plantenbanen geheel in het vrije veld, op, tot dusverre nog onbesmet terrein, kiezen (blz. 42).
9. De planten moeten vóór het uitpoten gereinigd, eventueel van koolvliegeieren en larven ontdaan worden door afspoelen van de wortels en wrijven van den wortelhals met de vingers.
10. Na het uitpoten moet het stengeltje omgeven worden door een middel, dat de koolvlieg mechanisch weert. Het eenvoudigste middel is een handvol gebluschte kalk, om den stengel gestrooid.
11. Men moet de banen en de velden zoo dikwijls mogelijk inspecteeren, en men vergete daarbij de, voor latere planting aangehouden banen niet. Alle uitgepote planten, aan welke men de made van de koolvlieg vindt, of die inwendig hol zijn, en alle dito waardelooze baanplanten, werpe men in de sloot, hierbij lettend op eventueel in den grond achterblijvende maden en poppen.
12. Infectie van bewaarkool heeft meestal op de snijvlakte plaats. Welke stof het meest geschikt is, om, gebracht op de snijvlakte, infectie te voorkomen, zonder de consumptiewaarde te verminderen, moet nog worden uitgemaakt.

Van het initiatief tot en de uitvoering van de bestrijdingsproeven, die tot heden genomen zijn, laat zich hetzelfde zeggen als bij de draaihartigheid (zie blz. 30). Zulke proeven nemen uit den aard der zaak jaren in beslag, voor men bruikbare resultaten mag verwachten. Op eventueel gunstige uitkomsten kom ik later terug in het Tijdschrift over Plantenziekten.

---

[1]) Zie de noot op blz. 30.

Ten slotte een woord van dank aan professor J. Ritzema Bos, voor den raad en steun, mij bij de samenstelling van dit werk geschonken. Ook hun, die mij verder hierbij behulpzaam zijn geweest, betuig ik mijn erkentelijkheid. In het bijzonder noem ik de hoogleeraren Ed. Verschaffelt en Hugo de Vries, die mij bij het meer botanisch gedeelte nuttige wenken gaven, Dr. J. C. M. de Meyere en Dr. L. Reh, die mij inlichtingen verstrekten over hier ter sprake komende Diptera; de Heeren C. de Geus, S. Zeeman, P. Gootjes, A. Nobel en F. Smit, die mij bij mijn bezoeken aan de koolvelden herhaaldelijk hebben vergezeld en voorgelicht.

# LITERATUUR.


1. Claassen en Hazeloop. Leerboek voor de Groenteteelt, Zwolle 1905.
2. J. Porte. Op of bij de grens. Nederlandsch Landbouw Weekblad 1902: N^os. 17, 22, 26, 30, 35, 39, 43 en 49; 1903 N^os. 1, 14 en 31; Tuinbouwbibliotheek onder redactie van Claassen en Hazeloop, N°. 8.
3. Dr. H. Blink. Geschiedenis van den Boerenstand en den Landbouw in Nederland, 2^de deel. Groningen 1904. Blz. 274, 297, 524 en 535.
4. Verslag over den landbouw in Nederland over 1904, blz. 108 en 109.
5. Von Tubeuf. Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht. 1895. blz. 72.
6. De Bary. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. 1884. Blz. 408.
7. Lund og Kjaerskou. Morfologisk-anatomisk Beskrivelse af *Brassica oleracea* L., *B. campestris* (L.) og *B. Napus* (L.). Kjøbenhavn, 1885, Pl. VI en VII.
8. Woronin. *Plasmodiophora Brassicae*. Jahrb. f. wissensch. Bot. Pringsheim. 1878, blz. 548, etc.
9. Van Tieghem, Recherches sur la symmétrie de structure des plantes vasculaires, Ann. des sc. nat., V Série, tome XIII, blz. 5.
10. Strasburger. Die Coniferen und Gnetaceën. Jena 1872, blz. 340.
11. Klein. Zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. Flora, 1872, blz. 81; Nachtrag, blz. 103; Weitere Beiträge zur Anatomie junger Coniferen-Wurzeln. Flora, 1872, blz. 385.
12. Van Tieghem, Réseau sus-endodermique de la racine des Cruc., Bull. soc. bot. de France 1887, blz. 125—130.
13. Heinricher. Eiweissschläuche der Cruc. etc. Mitt. bot. Inst. Graz. 1886, blz. 1, etc.
14. Guignard. Localis. des princ., qui fourn. les essences sulfurées der Cruc., Compt. rend. T. CXI, 1890, blz. 249. Rech. s.l. localis. des princ. act. der Cruc., Journ. de bot., T IV, 1890, blz. 385, 412 en 435.
15. Spatzier. Auftr. u. physiol. Bedeut. des Myrosins in der Pfl., Pringsheim, Jahrb. 1893, blz. 56, 12 B. en blz. 64.
16. Solereder. Systematische Anatomie der Dicotylen. 1899, blz. 74.
17. Cornu. Sur le cheminement du plasma au travers des membr. vivantes non perforées. Comptes rend. 1877. Pr. sem. N°. 3, blz. 133.

18. Borzi. Contribuzione alla conoscenze dei fasci bicollaterali delle Crocifere, etc. Malpighia V, 1892, blz. 316, Pl. XXII en XXIII.
19. Lund og Kjaerskou. En monogr. skeldring of Havekoalens, Rybtens og Rapsens Kulturformen. Landrügets Kulturplanter N°. 4. Kopenhagen 1884.
20. Plitt. Blattstiel. Diss. Marburg, 1886, blz. 15—22.
21. Petit. Pétiole, Mém. Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux, Sér. 3, T. III, 1887, blz. 307 etc., Pl. III.
22. V. Mohl. Bot. Ztg. 1680, blz. 1, 132, 273.
23. Ritzema Bos. Tijdschrift over Plantenziekten. 1903, blz. 53.
24. Goethe. Bericht der Königl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a Rh. für das Jahr 1900/01.
25. Ritzema Bos. Tijdschrift over Plantenziekten 1902, bldz. 64.
26. De Meyere. Ueber zwei neue holländische Cecidomyiden. Tijdschrift voor Entomologie, 1906, blz. 18.
27. Vöchting. Zur physiol. d. Knollengewächse. Jahrb. f. wiss. Bot. 1900. Bd. XXXIV blz. 1.
28. Beyerinck. Ueber d. Cecid. v. Nematus Capreae auf salix amygdalina. Botan. Zeit. 1888. Bd. XLVI, blz. 1.
29. Küster. Pathologische Pflanzenanatomie, 1903, blz. 194, met verwijzing naar Kny, Küstenmacher, Laboubène, e. a.
30. Küster. l.c. blz. 195.
31. Darboux et Houard. Catalogue systématique des Zoocécidies de l'Europe etc. blz. 429 en 430.
32. Frank. Die krankheiten der Pflanzen 1896. III, blz. 121.
33. De verbouw van sluitkool enz. in Duitschland. Afdeeling Landbouw v. h. Dep. v. W., H. en N.. 1905. Eindrapport betr. sluitkool in Duitschland.
34. H. M. Quanjer. Tijdschrift voor Entomologie 1906, blz. 11.
35. J. Ritzema Bos. Kankerstronken in de kool, veroorzaakt door *Phoma oleracea* Saccardo. Tijdschrift over Plantenziekten, 1904, blz. 53. Vallers in de kool, veroorzaakt door *Phoma oleracea* Sacc., T. o P., 1905, blz. 106.
36. Prillieux et Delacroix. Bulletin de la Société mycologique. VI. Bull. 4. 1890.
37. Prillieux. Maladies des plantes agricoles, II, blz. 295.
38. Allescher. Rabenhorst's Kryptogamenflora; die Pilze, VI Abt., blz. 273.
39. M. v. Slingerland. The Cabbage root maggot. Bulletin 78, Cornell University Agricultural Experiment Station. Entomological division, 1894, blz. 507.
40. H. Le Keux. Transactions of the entomological Society of Londen, vol. II blz. 24.
41. J. Curtis. Farm Insects, 1860.
42. R. Aderhold. Zur Frage der Vernichtung der Pilze durch Eingraben. Arb. Biol. Abt. für Land- und Forstwiss. am Kaiserlichen Gesundheidsambte. V Band, Heft 1. 1905.
43. Ormerod. Report of Observ. of inj. insects and common crop pests during the year, 1883, pag. 17.
44. Zopf. Die Pilze. Breslau, 1890, blz. 56.
45. De Bary. Ueber einige Sklerotien und Sklerotienkrankheiten. Bot. Ztg. 1886.
46. Taschenberg. Entomologie für Gärtner und Gartenfreunde, 1871.

47. V. D. WULP en DE MEYERE. Nieuwe Naaml. v. Nederl. Diptera 1898.
48. KÜSTER, l.c. blz. 168 en 187.
49. FRANK, l.c. Deel I, 1895, blz. 62.
50. MASSART. La cicatrisation chez les vegetaux. Mém. cour. de l'Acad. roy. de Belg. T. 57, 1898.
51. MEYEN. Pflanzenpathologie, blz. 15.
52. HARTIG. Bot. Zeit. 1863, blz. 286.
53. MASTERS. Vegetable teratology.
54. SLINGERLAND l.c. blz. 486, 515.
55. DE VRIES. Ueber Wundholz. Flora, 1876, blz. 104.
56. BEYERINCK. Over het ontstaan van knoppen en wortels uit bladen. Nederl. Kruidk. Arch. 1882. 3de deel blz. 442 en 450.
57. RITZEMA BOS. Tierische Schädl. und Nützl. blz. 616.
58. KNIGHT. Philosophical Transactions, 1801, blz. 333. 1805, blz. 103. 1809, blz. 169.
59. DE CANDOLLE. Physiologie végétale, Tome I, 1832, blz. 163. Tome II, 1832, blz. 672 en 678.
60. GOEBEL. Ueber Regeneration im Pflanzenreich. Biol. centralbl. XXII, 1902, blz. 386.
61. KLEBS. Willkürliche Entwickelungsänderungen. Inleiding.
62. SACHS. Experimentalphysiologie, 1865, blz. 323.
63. VAN HALL. Bijdragen tot de kennis van de bacteriëele plantenziekten, blz. 108.
64. SORAUER. Kernfäule und Schwarzwerden des Meerrettichs. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten, 1899, blz. 132.
65. W. MAGNUS. Berichte d. d. botan. Ges. 1903 (21), blz. 129.
66. BEYERINCK. Beobacht. ü. die ersten Entwickelungsphasen einiger Cynipidengallen. Kön. Acad. d. Wissensch. Amsterdam. 1882.
67. HUNGER. Untersuchungen und Betrachtungen über die Mosaik-krankheit der Tabakspflanze. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten XV, 1905, Heft 5, blz. 22.
68. Nederlandsche Staatscourant van 21 Juli 1906, N°. 168.
69. Verslagen der Tuinbouwproefvelden 1903/1904.
70. F. H. CHITTENDEN. U. S. Departement of Agriculture, Division of Entomology, N. Ser. Bull. 23. 1900.
71. TULLGREN. Studier och iakttagelser rörande Skadeinsekter. Stockholm 1905, blz. 31.
72. EVERTS. Coleoptera Neerlandica 1903, 2de deel, blz. 684.

# Verklaring der Figuren.

## PLAAT I.

Fig. 1. Kiemplant van dicht zaaisel van roode kool. Het hypocotyl is langer dan in de praktijk gewenscht wordt. Nat. gr.

„ 2. Dwarsdoorsnede door den wortel van een kiemplant. Centraal protoxyleem, daaromheen phloëem en parenchym, dan pericambium, dan endodermis, dan „réseau de soutien" en ten slotte, alleen rechts onder geteekend, grootcellig schorsparenchym. Vergr.: 400 maal.

„ 3. Dwarsdoorsnede door een „baanrijpe" plant, ter hoogte van den wortelhals. Vijf sklerenchymgroepen in de primaire schors. Oppervlakkige wond, genezen door wondkurk. Vergr.: 44 maal.

„ 4. Verhoute en niet verhoute cellen uit het merg van een „baanrijpe" plant. Kern; zetmeel; stippels. Vergr.: 300 maal.

„ 5. Netcellen uit het merg. Vergr.: 300 maal.

## PLAAT II.

Fig. 6. Cellen uit de schors van eene verwonde, baanrijpe plant; links verkurkt. Aanleg van nieuwe wanden. Vergr.: 300 maal.

„ 7. Dwarsdoorsnede door het boveneinde van den wortel van een „baanrijpe" plant. Met een zijwortel. Links nog vier sklerenchymvezels te zien in de primaire schors. Vergr.: 50 maal.

„ 8. Stronk van „oogstrijpe" roode koolplant. Nat. gr.

„ 9. Tangentiale doorsnede door den wortel van een „baanrijpe" plant, ter plaatse waar een zijwortel naar buiten treedt. Vergr.: 50 maal.

„ 10. Dwarsdoorsnede door het ondereind van de hoofdnerf van een volwassen koolblad. Vergr. 10 maal.

## PLAAT III.

Fig. 11. Draaihart van een baan te St. Pancras afkomstig. Nat. gr.

„ 12. Normale koolplant met beginnende kropvorming. De lagere bladeren zijn weggesneden. Nat. gr.

„ 13. Draaihart van dezelfde aanplanting als waarvan het origineel van fig. 12 afkomstig is. Nat. gr.

„ 14—15. Schematische lengtedoorsneden door den top van een „baanrijpe" plant en van een oudere plant. Vergr.: 2 maal.

Fig. 16—19. Schematische lengtedoorsneden door draaiharten. Wondplaatsen zwart. Vergr.: 2 maal.
„ 20. Tengevolge van het zuigen van *Contarinia torquens* en van lateren groei, kroes geworden blad, van de bovenzijde gezien. Nat. gr.

## PLAAT IV.

Fig. 21. Dito blad, van de onderzijde gezien. Nat. gr.
„ 22. Gedeeltelijk hersteld draaihart van bloemkool, van ter zijde. Nat. gr.
„ 23. Hetzelfde, van de onderzijde gezien. Nat. gr.
„ 24. Hetzelfde, van de bladeren ontdaan. Nat. gr.
„ 25. Draaihart, waaruit het hart is weggerot, terwijl geen nieuwe spruiten uitloopen. Nat. gr.

## PLAAT V.

Fig. 26. Draaihart, waaruit het merg is weggerot. Vele nieuwe spruiten liepen uit, die alle zijn weggesneden. Onder de spruit, die is blijven zitten, hebben zich adventiefwortelties gevormd, in de photographie zichtbaar. De spruit zelve is ook een draaihart. $^3/_4$ Nat. gr.
„ 27. Dwarsdoorsnede door de kleinste soort wondjes van de draaiharten. Vergr.: 150 maal.
„ 28. Dwarsdoorsnede door het vegetatiepunt van een baanrijpe plant. Vergr.: 6 maal.
„ 29—31. Dwarsdoorsneden door een draaihart, even oud als de plant van fig. 28, resp. boven, door en onder het verwoeste vegetatiepunt. Vergr.: 6 maal.
„ 32. Uitslag van de herhalingsproef, in den tekst (blz. 60) beschreven; rechts: door infectie verkregen „vallers"; links: gezonde contrôleplanten.

## PLAAT VI.

Fig. 33. Schelpvormig gebogen kropblad, waarin de kanker van uit den stam op de hoofdnerf en het bladmoes daaromheen is overgegaan. De fijne witte stipjes stellen de rose pykniden voor. Nat. gr.
„ 34. Stronk van een z.g. valler. Verg. fig. 8, Pl. II. Nat. gr.
„ 35. Lengtedoorsnede door den „valler" van fig. 34.
„ 36. Lengtedoorsnede door den stronk van de „oogstrijpe" kool van fig. 8.
„ 37. Dwarsdoorsnede door den valler van fig. 34, ter plaatse van de wond op het bladspoor. De kanker heeft zich van hier uit door een mergverbinding in het merg voortgezet. Vergr.: 2 maal.
„ 38. Dwarsdoorsnede door den valler van fig. 34, ter hoogte van de adventiefwortels. Vergr.: 2 maal.
„ 39. Dwarsdoorsnede door den valler van fig. 34, ter hoogte van de vreetplaatsen van de koolvlieglarve. Vergr.: 2 maal.
„ 40. Lengtedoorsnede door een plant, door Baris sp. uitgevreten; met callus, inwendige adventiefwortels en kanker. Vergr.: 2 maal.

## PLAAT VII.

Fig. 41. Lengtedoorsnede door een pyknide op het blad van fig. 33, Pl. VI. Vergr.: 650 maal.
„ 42—44. Schematische voorstellingen van de heeling van wonden, in radiale richting door stengel (fig. 42) en wortelhals (43 en 44) aangebracht, in de plant van fig. 43 loodrecht op het protoxyleemvlak van den wortel, in die van fig. 44 volgens het protoxyleemvlak.

Fig. 45. Inwendige kurkvorming om een protoxyleemgroep, die door *Phoma* is aangetast.

„ 46. Onderzijde van een koolblad, waarin korten tijd geleden een infectiehyphe door een huidmondje is binnengetreden. Donkerste cellen onder het huidmondje bruin, afgestorven; daaromheen cellen, die het vermogen van phasmolyse verloren hebben; in roode kool zijn deze groen; daaromheen onbeschadigde cellen in plasmolyse Vergr.: 250 maal.

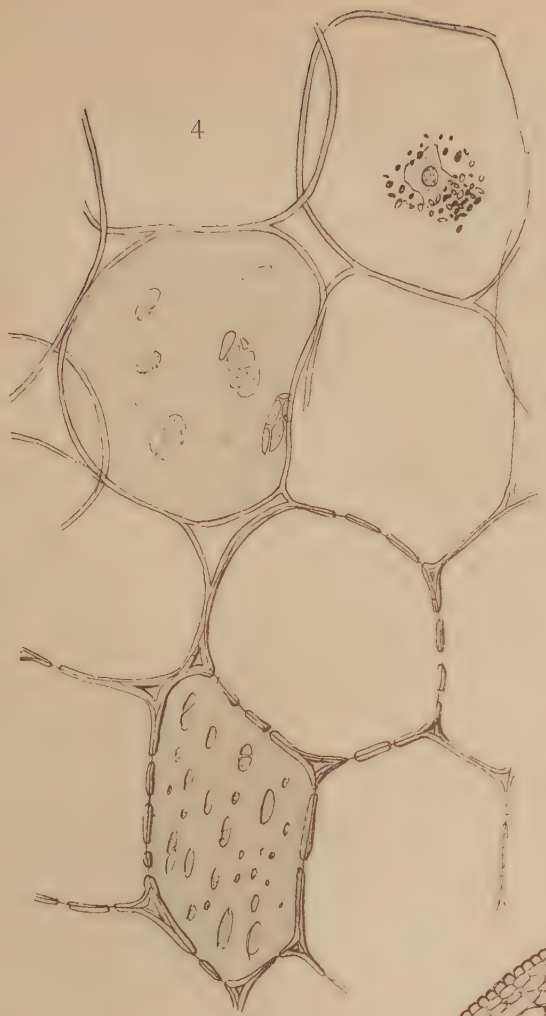
„ 47. Kankerplek op een koolblad. Vergr.: 6 maal. Het buitenste randje is op roode koolbladeren groen. Daarbinnen de lichtrose pykniden.

## PLAAT VIII.

Het verspreidingsgebied in 1905 van draaiharten en vallers tusschen Schagen en Alkmaar, ongeveer in kaart gebracht. De „draaihartigheid", door loodrechte arceering voorgesteld, heerschte toen vooral in 't Zuiden op de lichtere gronden; „vallers", waarvan het gebied door horizontale arceering is aangegeven, vindt men vooral in 't midden en het Noorden van den Geestmerambacht; zij komen in gering aantal overal in Noord-Holland voor, maar van sporadisch optreden is voor deze teekening geen notitie genomen.

Schaal: $\frac{1}{50.000}$.

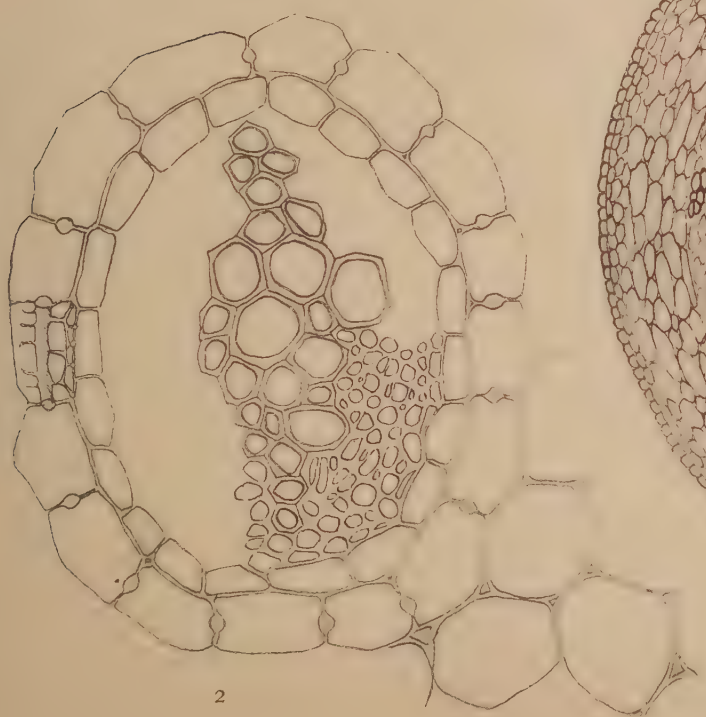
1



4

5

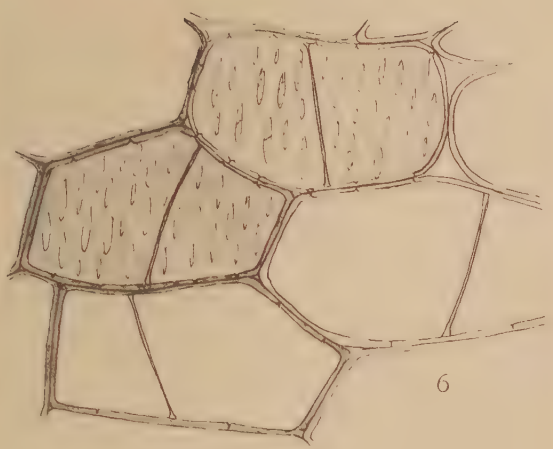
3



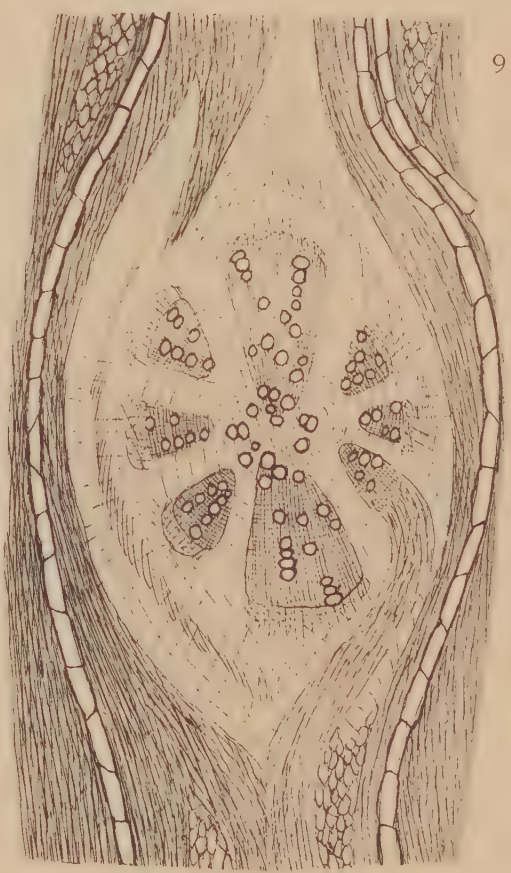
2

10

8



6



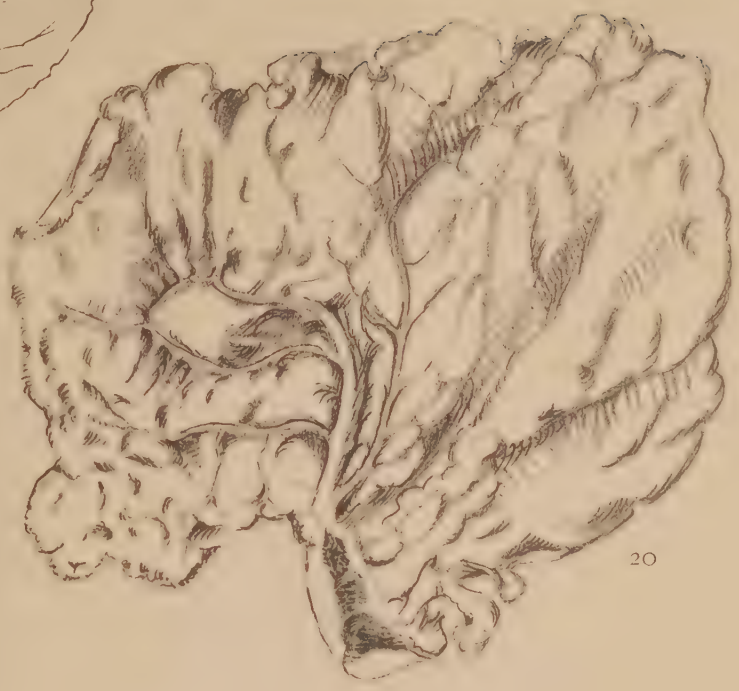
9

7

H. M. QUANJER, del.

Phot. H. KLEINMANN & Co., Haarlem.

11



20

13

12

14

15

16

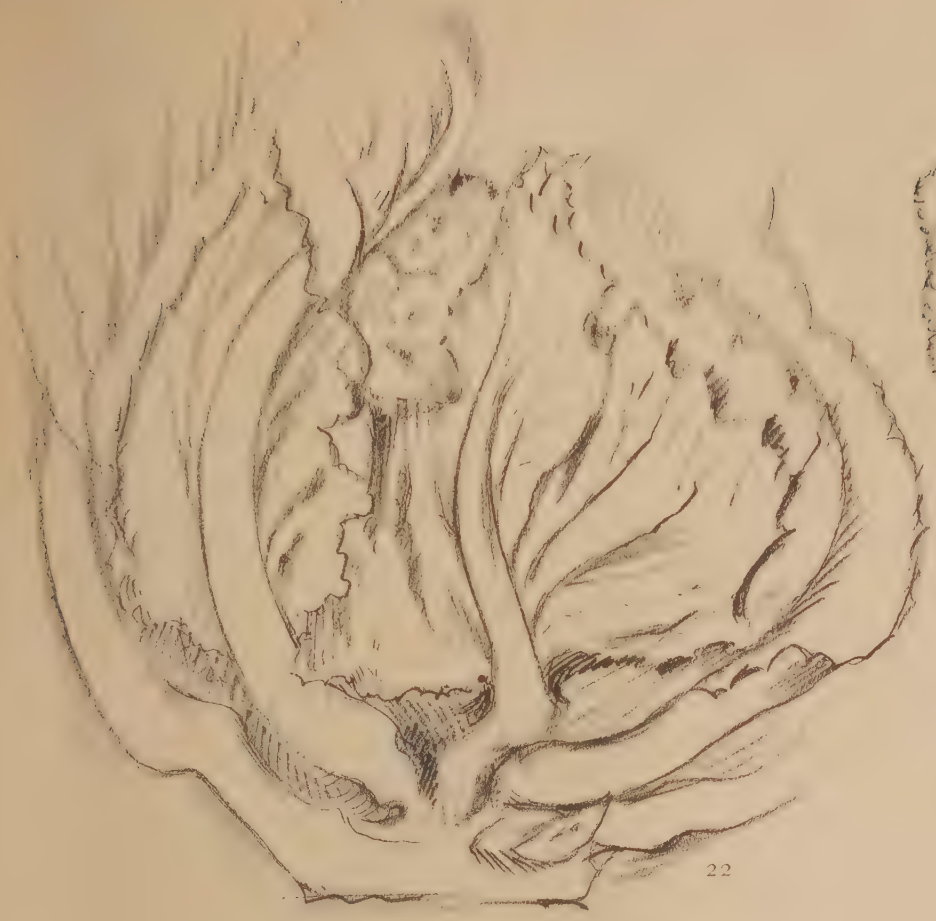
17

18

19

C. B. VAN DER ZEYDE, del. 11, 12, 13 en 20.
H. M. QUANJER, del. 14—19.

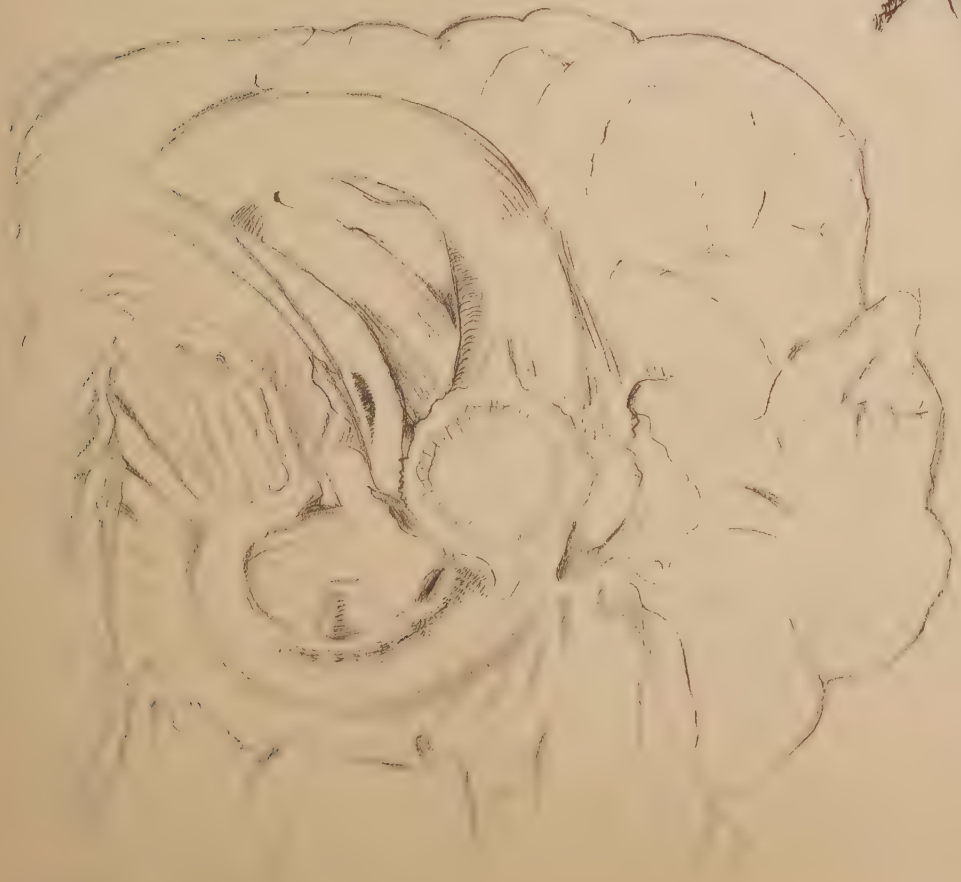
Phot. H. KLEINMANN & Co., Haarlem.



22

24

25



23

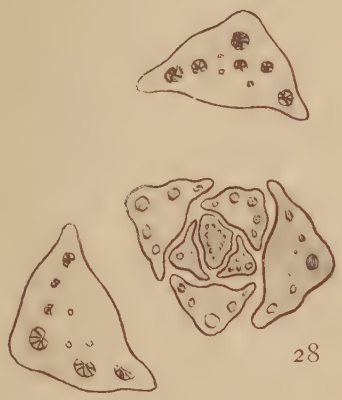
21

C. B. VAN DER ZEYDE, del.

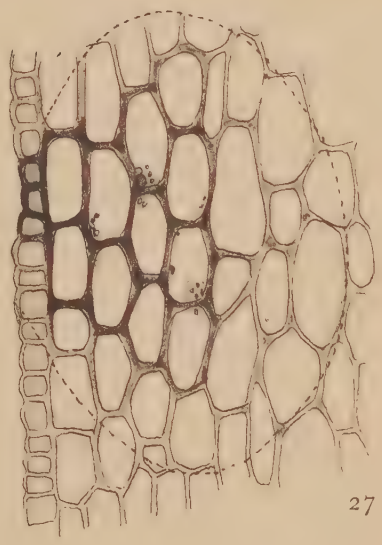
Phot. H. KLEINMANN & Co., Haarlem.

32

26

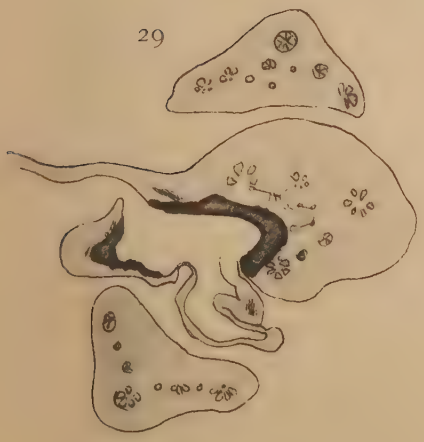


28

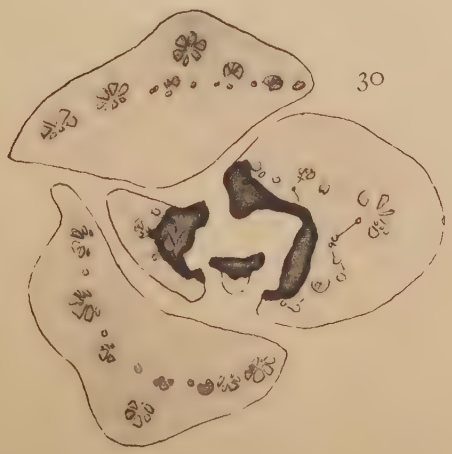


27

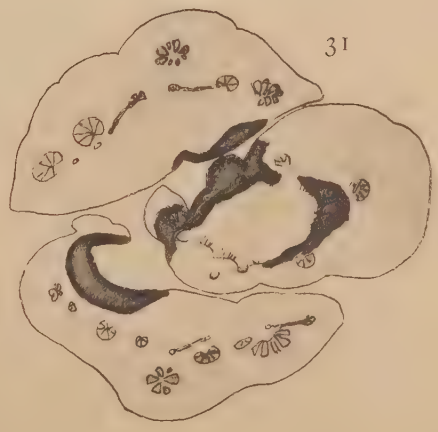
29



30



31



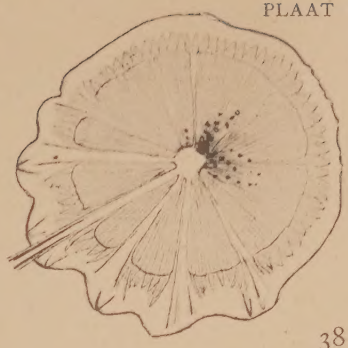
B. SMIT, phot. 26, 32.
H. M. QUANJER, del. 27—31.

Phot. H. KLEINMANN & Co., Haarlem.

34

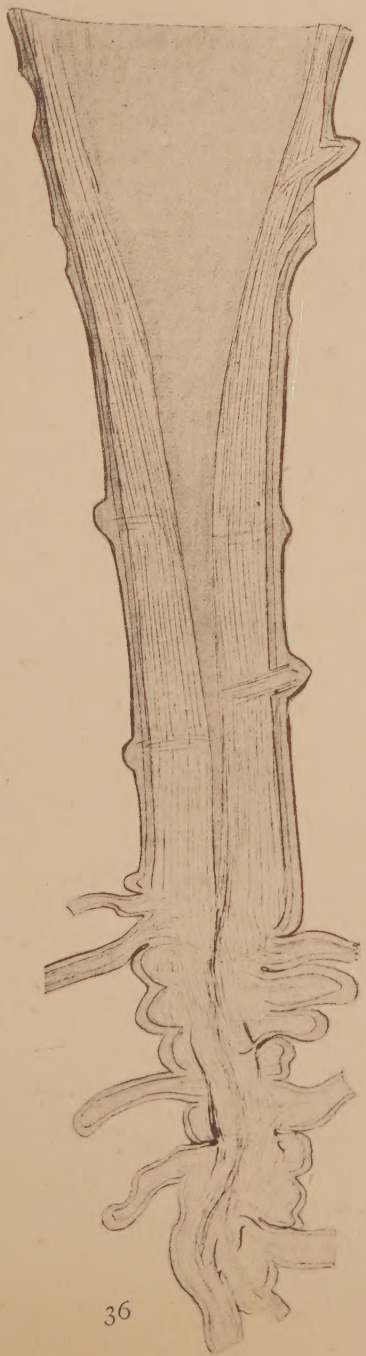
35

37



38

39



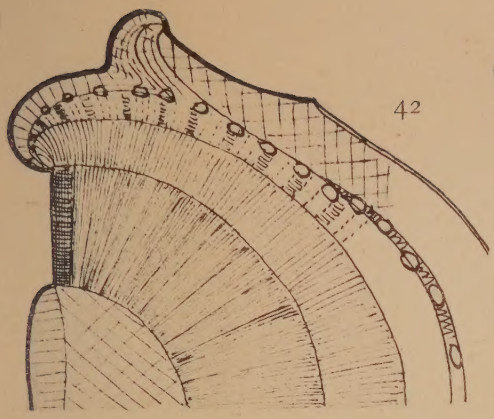
36

33

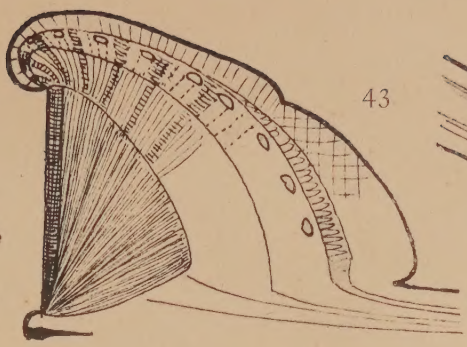
40

C. B. VAN DER ZEYDE, del. 33.
H. M. QUANJER, del. 34—40.

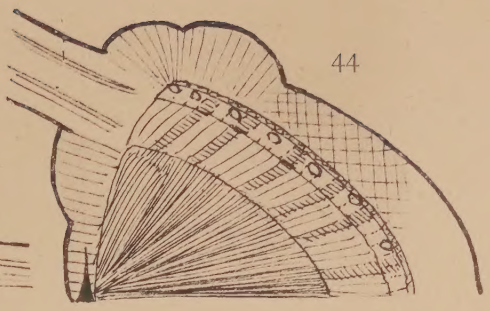
Phot. H. KLEINMANN & Co., Haarlem.



42

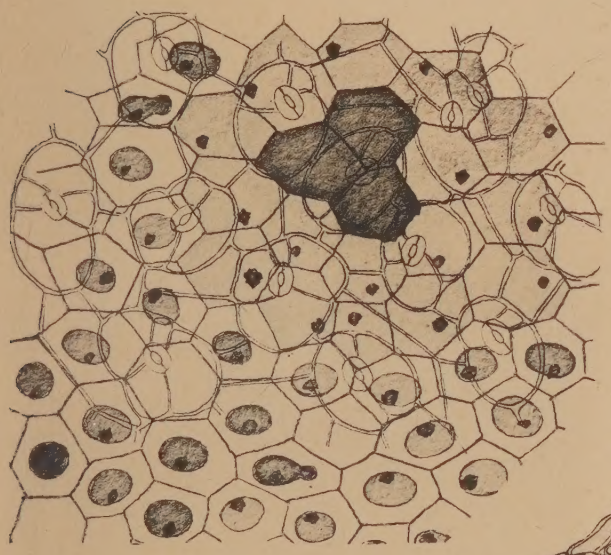


43



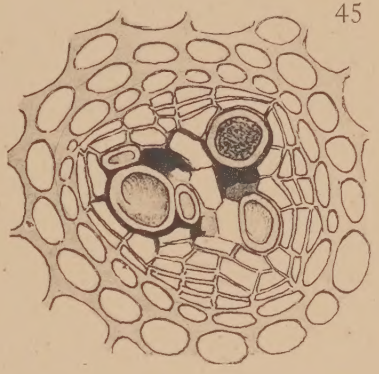
44

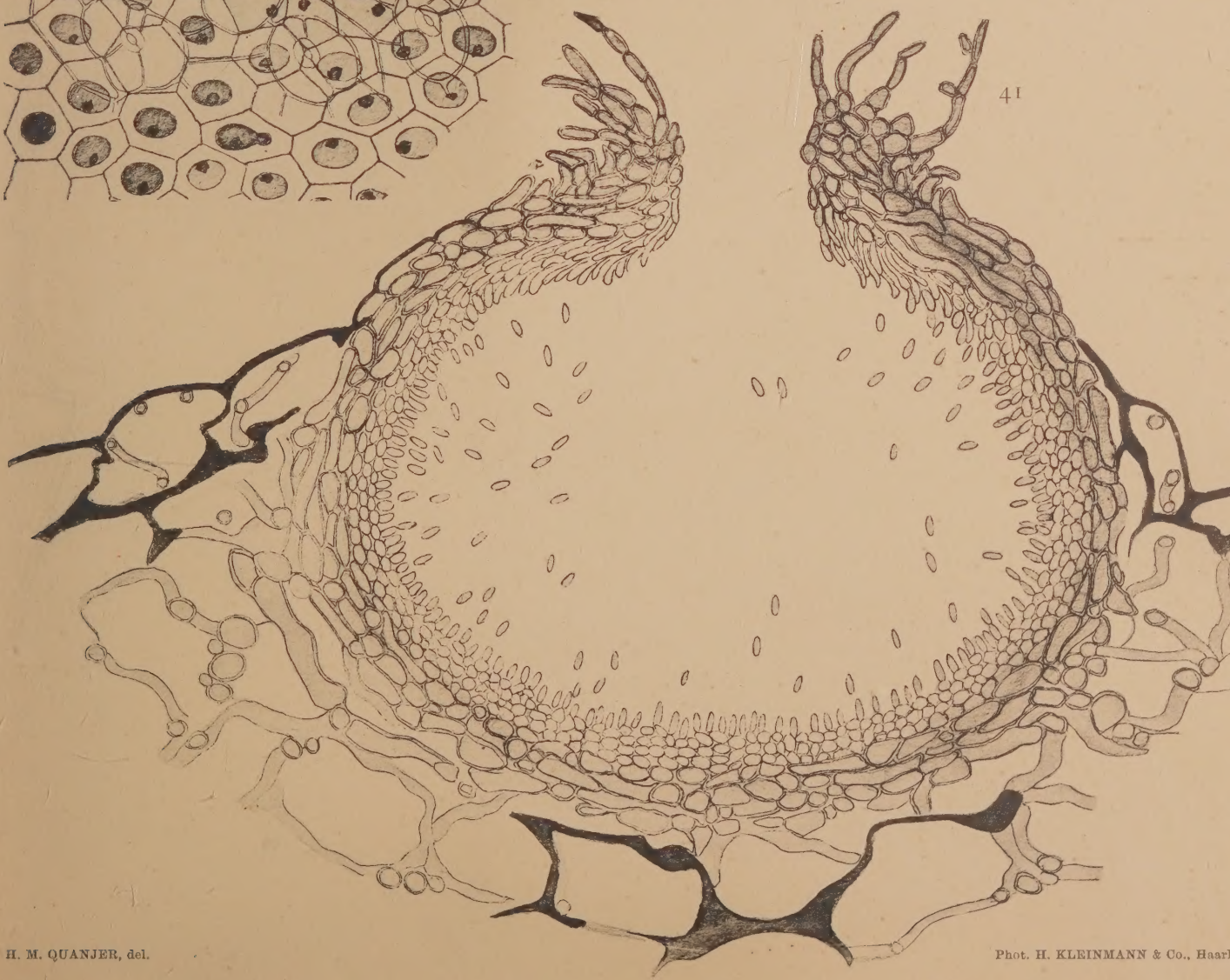
46



47

45





41